

Disminución de pérdidas en producción de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran) causadas por pudrición del pedúnculo de la fruta mediante fertilización balanceada en Palestina (Huila)

Faiver Ariza Motta Y Carlos Alirio Samboní Zúniga

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA
Programa Agronomía
CEAD Pitalito
2016**

Disminución de pérdidas en producción de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran) causadas por pudrición del pedúnculo de la fruta mediante fertilización balanceada en Palestina (Huila)

Faiver Ariza Motta Y Carlos Alirio Samboní Zuñiga

Proyecto de Investigación como Opción de Grado para Optar por el Título de Agrónomo

Director
Mg. Oscar Eduardo Valbuena Calderón
Ingeniero Agrónomo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA
Programa Agronomía
CEAD Pitalito
2016

Página de Aceptación

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Dedicatoria

Primeramente al supremo y soberano Dios nuestro, artífice y creador de todas las cosas, que ha hecho posible nuestra existencia y el alcance de un nuevo logro personal y profesional en el arduo trasegar de la vida.

A nuestras familias (padres, esposas, hijos y hermanos), ya que son nuestro motor y razón de ser; quienes siempre han estado presentes en todo momento, apoyando nuestros propósitos: ustedes son y serán siempre la fuente de inspiración.

Agradecimientos

A la Universidad Abierta y a Distancia UNAD - CEAD Pitalito, y a cada uno de los profesores, tutores, asesores y compañeros, que sirvieron de soporte y apoyo para consolidar este proyecto experimental, haciendo realidad una idea que alguna vez iniciamos con el propósito de aportar a la sociedad y la academia, conceptos que garanticen en el mediano y largo plazo, una agricultura medio-ambiental, sostenible y responsable.

Al señor Milton Marino Cerquera, las señoras Ana Ruth Vargas y Gloria Evis Motta Pardo, así como Wilson Alba y Julio Samboní, quienes nos facilitaron de manera incondicional sus predios y cultivos, para consolidar la ejecución del presente estudio, acompañándonos irrestrictamente en el proceso de desarrollo, ejecución y seguimiento, de por cierto muy útil para nosotros, el claustro universitario y el gremio pitayero del municipio de Palestina (Huila).

A todos ustedes, muchas gracias.

Tabla de Contenido

Resumen.....	11
Abstract.....	12
Introducción	13
1. Planteamiento del Problema	16
1.1 Descripción del Problema	16
1.2 Formulación del problema	19
1.3 Alcance	20
2. Justificación.....	21
3. Objetivos	23
3.1 Objetivo General	23
3.2 Objetivos Específicos	23
4. Marco de Referencia	24
4.1 Marco Teórico.....	24
4.1.1 Antecedentes	24
4.1.2 Fertilización balanceada.....	29
4.1.3 Enfermedades asociadas a los hongos	31
4.2 Marco Conceptual	35
5. Metodología.....	37
5.1 Tipo de investigación.....	38
5.2 Método de investigación.....	39
5.3 Técnicas y Procedimientos para la Recolección de Información	40
5.3.1 <i>Información Primaria</i>	40
5.3.2 Información Secundaria	40
5.3.3 Análisis de información	41
5.4 Fases de Ejecución	41
5.4.1 Primera Fase: contextualización.....	41
5.4.1.1 Antecedentes	41
5.4.2 Segunda Fase: reconocimiento técnico	45
5.4.3 Tercera Fase: diagnóstico nutricional	47

5.4.4	Cuarta Fase: diseño experimental	51
5.5	Instrumento de medición.....	53
6.	Resultados.....	55
7.	Conclusiones.....	65
	Bibliografía	66
	Lista de Anexos	68

Lista de Figuras

Figura 1: Enfermedad (pudrición basal) causada por los hongos en la fruta de pitahaya amarilla.....	18
Figura 2: Composición general de los nutrientes en las plantas	26
Figura 3: Estadística producción pitahaya por departamentos en Colombia.....	27
Figura 4: Mapa ubicación proyecto experimental fertilización balanceada pitahaya amarilla <i>Selenicereus megalanthus</i> (K. Schum. ex Vaupel) Moran).....	38
Figura 5: Fotografía lotes experimentales cultivo de pitahaya amarilla en Palestina	46
Figura 6: Propuesta de fertilización balanceada aplicable al proyecto experimental.....	52
Figura 7: Matriz de registro y seguimiento al proceso para análisis de variables proyecto de fertilización balanceada.....	54
Figura 8: Porcentaje reducción e incremento elementos puros en proyecto fertilización T1 vs. T2	56
Figura 9: Análisis variables Lote 1	58
Figura 10: Análisis variables Lote 2	59
Figura 11: Análisis variables Lote 3	60
Figura 12: Análisis variables Lote 4	62

Lista de Tablas

Tabla 1: Datos de registro análisis de suelo lotes experimentales	49
Tabla 2: Antecedentes de los cultivos experimentales BPA - Fertilización – MIC.....	50
Tabla 3: Estudio de suelo vs. Fertilización balanceada recomendada	55
Tabla 4: Matriz de registro libro de campo (Lote 1).....	57
Tabla 5: Matriz de registro libro de campo (Lote 2).....	59
Tabla 6: Matriz de registro libro de campo (Lote 3).....	60
Tabla 7: Matriz de registro libro de campo (Lote 4).....	61
Tabla 10: Propuesta de Fertilización Balanceada Proyecto Investigación.....	64

Lista de Anexos

Anexo 1: Libro de campo Lote 1 (Ana Ruth Vargas)	68
Anexo 2: Libro de campo Lote 2 (Gloria Pardo).....	69
Anexo 3: Libro de campo Lote 3 (Wilson Alba)	69
Anexo 4: Libro de campo Lote 4 (Julio Samboní)	69
Lista de Anexos 5: Plan fertilización segundo año Pitahaya amarilla	69
Lista de Anexos 6: Plan fertilización primer año Pitahaya amarilla	69
Lista de Anexos 8: Plan fertilización cuarto año Pitahaya amarilla.....	69
Lista de Anexos 7: Plan fertilización tercer año Pitahaya amarilla	69

Resumen

La fertilización es un proceso de suma importancia dentro de cualquier actividad agropecuaria del país, ya que garantiza en cierta medida la productividad exitosa de cualquier cultivar, que debe estar acompañado de un acertado procedimiento de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Manejo Integrado del Cultivo (MIC), para evitar entre otros factores, la proliferación de plagas y enfermedades.

El cultivo de pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran), es una de las actividades más privilegiadas dentro del reglón económico del municipio de Palestina y el departamento del Huila. Por lo tanto, contribuir desde la investigación académica a la búsqueda de elementos de información referenciales que sirvan de insumo para que éstos cultivadores, desarrollen técnicas y actividades encaminadas particularmente a prevenir la expansión de enfermedades asociadas a los hongos *Oxysporum Schltdl*, *Colletotrichum spp* y *Botrytis cinérea*, que ocasionan la pudrición del fruto, es una prioridad para quienes hacemos parte de la comunidad educativa, Universidad Nacional Abierta y a Distancia – CEAD Pitalito.

Por lo tanto, el presente proyecto de investigación está dirigido a presentar una propuesta de fertilización balanceada en el cultivo de pitahaya amarilla, cuyo argumento principal sustenta la teoría que al estandarizar el suministro de los componentes puros (Nitrógeno – Fósforo – Potasio), apoyado del Calcio, ya que la cactácea fue adaptada de su habitat natural (desierto) a templado (donde se ubican los cultivos experimentales), con condiciones agroambientales muy diferentes, logra en el mediano plazo, que la planta tenga mayor resistencia a la acción de los patógenos y una reducción en la pérdida de los frutos en eventos de cosecha.

Palabras Clave: Pitahaya Amarilla, Fertilización balanceada, enfermedades, hongos, Palestina.

Abstract

Fertilization is a process of paramount importance in any agricultural activity in the country, as it ensures a certain extent the successful productivity of any cultivar, which must be accompanied by a successful procedure of Good Agricultural Practices (GAP) and Integrated Crop (MIC), to avoid among other factors, the proliferation of pests and diseases.

The practice of balanced fertilization on yellow pitahaya *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. Ex Vaupel) Moran) in four (4) lots of experimental cultivation, involving nitrogen reduction and stabilization of potassium, phosphorus and calcium, can support a theory raised in this research project, indicating a percentage improvement of sound in harvest fruits and decreased affected by the action of fungi such as *Oxysporum Schltdl*, *Colletotrichum* spp and *Botrytis cinerea*, which causes basal rot on the stalk of the fruit through the implementation of a proposed special fertilization for four years in cultures of 3-5 years old in Palestine (Huila)..

Key words: fertilization, balanced fertilization, yellow dragon fruit, berries, mushrooms, Palestine.

Introducción

La pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran), reconocida mundialmente como “pitahaya colombiana”, se caracteriza porque su fruto tiene una corteza amarillenta con espinas, pulpa blanca y semillas negras, y con un olor aromatizante. Además, por ser exótica con un alto contenido nutricional (carbohidratos-grasa-fibra), muy apetecida en variados mercados, particularmente europeo, asiático y norteamericano, donde presenta alta demanda (Perea Dallos, Tirado, Micán Gutiérrez, Fischer, & Rodríguez Riaño (2010).

Colombia, es el principal productor y exportador del fruto en el mundo, dado que la planta es nativa de las zonas tropicales del continente americano, pues se adapta fácilmente entre los pisos térmicos, cálido (38-40°) hasta templado (18-20°), éste último donde hoy día se ubican las zonas de mayor producción: el departamento de Boyacá, se sitúa en el primer renglón de producción nacional, seguido de Huila, según datos estadísticos de Agronet (2014). El municipio de Palestina, es actualmente quien aporta la mayor parte de la producción general en el Huila después del café.

Dado que la demanda del producto en los mercados sigue creciendo paulatinamente con exigentes niveles de calidad y que las áreas de cultivo también se expanden progresivamente en la región, los cultivadores plantearon la imperiosa necesidad de mantener sus estándares conforme a los requerimientos de calidad nacional e internacional para el abastecimiento local y exportación, así como disminuir las pérdidas económicas por daño de las cosechas, al considerar que la pudrición basal del pedúnculo de la fruta por acción de los hongos, son una de las principales causas que afectan los eventos de cosecha. Situación, que originó que estudiantes del

Programa de Agronomía, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente de la Universidad Nacional, Abierta y a Distancia UNAD, tomaran como iniciativa estratégica, facilitar la posibilidad de desarrollar un proyecto de investigación experimental, encaminado a sustentar la teoría que al establecer un patrón de fertilización en el que se reduzca particularmente el suministro de nitrógeno a la planta y se estabilicen el fósforo, potasio y el calcio, se garantiza en el corto y mediano plazo, una oposición radical a los agentes patógenos *Oxysporum Schltdl*, *Colletotrichum spp* y *Botrytis cinérea*, para que causen efectos directos sobre el fruto, entre los que se cuenta la pudrición del pedúnculo.

Acción concebida desde la misma teoría propuesta en la formulación del problema y esbozada a lo largo del desarrollo metodológico, que da cuenta que debido a la abundancia de nitrógeno en la atmósfera (piso térmico templado) y al suministro de éste y otros fertilizantes sin regulación expedida, contribuyen a que los hongos ataquen con mayor facilidad la plantación, causando consecuencias nefastas a la hora de coleccionar el fruto en eventos de cosecha, toda vez que los controles agroquímicos y las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), no son lo suficientemente capaces de evitar su accionar: el nitrógeno presente de manera biótica y abiótica abundante en la naturaleza, al aplicarlo en una planta de pitahaya localizada en un piso térmico templado, donde pulula en mayores proporciones a las requeridas por la planta, es más susceptible a generar pudrición, si se tiene en cuenta que los hongos patógenos se les facilita intervenir de manera directa en el proceso de desarrollo y particularmente cuando inicia la formación de las pencas de frutos.

Por lo tanto, abordar esta problemática a partir de la concepción de que los hongos son un grupo de seres vivos diferentes de las plantas y de los animales, que en algunos casos contribuyen como factor de descomposición, de creación de otros seres vivos o producción de

enfermedades e incluso la muerte; en la pitahaya amarilla, puede llegar a ocasionar afectaciones por la pudrición basal, hasta en un 90%, según la experiencia de los cultivadores en la región como los de la Asociación de Productores de Pitahaya del sur del Huila – Apropit, y la observación directa, practicada en varias plantaciones de ésta cactácea en Palestina (Huila).

En este orden de ideas, a lo largo del presente proyecto de investigación, se pretende sugerir la adopción de un patrón de conducta dentro de las BPA, como una herramienta de consulta que brinde orientación técnica de cómo minimizar el accionar e impacto de los hogos en la plantación, mejorando la producción de los frutos y los ingresos en su comercialización, a partir de una fertilización balanceada, concebida como un procedimiento técnico agrícola que ofrece una alternativa para ejecutar la práctica de los abonos químicos en forma eficiente, coherente y responsable, ajustada a las necesidades nutricionales de la planta y a las expectativa de los pitayeros, que en la historia reciente, se han visto seriamente afectados por pérdidas económicas considerables por la obtención de frutos lesionados por hongos que atacan sistemáticamente la plantación, particularmente desde la aparición de los frutos (1 año) hasta su colección y comercialización en eventos cosecha; pos cosecha (3-5) y edad productiva de la mata. Conceptos que se encuentran alineados conceptualmente con los escasos referentes bibliográficos que existen al respecto como el emitido por el portal agroEstrategias.com (2007), que aduce que la fertilización balanceada es relevante a la hora de implantar los procesos de producción agrícola exitosa.

1. Planteamiento del Problema

1.1 Descripción del Problema

En nuestro país y particularmente el municipio de Palestina (Huila) donde se ejecuta el presente proyecto de investigación, referida cactácea fue adaptada del desierto al piso térmico templado, donde la característica usual de los suelos (cálidos) refieren un grado de acidez o alcalinidad elevado, con baja disponibilidad de fósforo, nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, azufre y molibdeno, pero con buen suministro de micronutrientes como hierro, manganeso, cobre, zinc, y boro. Entre tanto, el nuevo escenario del cultivar se opone a las condiciones agroclimáticas habituales, donde la presencia de nitrógeno es abundante tanto en el ambiente como en los suelos, lo que hace que la planta requiera de una estabilización o equilibrio de nutrientes para hacerla potencialmente más activa al logro de producción de frutos con calidad y aleatoriamente resistente a la acción de plagas y enfermedades que pululan en los ambientes.

Del grado de acidez o alcalinidad de los suelos, depende un gran número de propiedades relacionadas con la nutrición de las plantas, principalmente la disponibilidad de los nutrientes indispensables para su desarrollo, en lo que en suelos muy ácidos se sabe, presenta baja disponibilidad, mientras que en suelos con un pH alto puede haber buen suministro de los primeros, pero deficientes en los segundos, como lo precisa Fao.org (2016) en el portal de suelos, donde define de manera específica las características físicas, químicas y biológicas de los suelos.

Por lo tanto, dadas las exigencias de calidad y nutrición es imperiosa la necesidad de lograr que la producción de los frutos reúnan las condiciones elementales para su comercialización, logrando mejores cosechas y minimizando los impactos negativos por enfermedades y plagas que

afectan directamente la plantación, en particular las producidas por los hongos *Oxysporum Schltdl*, *Colletotrichum spp* y *Botrytis cinérea*, como los principales responsables de la pudrición basal del pedúnculo de la fruta, mediante la adopción de técnicas y procedimientos que reduzcan las recurrentes pérdidas económicas por las situaciones anteriormente citadas.

En este contexto, el principal problema que hace referencia el proyecto está relacionado con la ausencia de un equilibrado programa de suministro de fertilizantes a la planta, que al ser asimiladas contribuya sistemáticamente a reducir las posibilidades de que los agentes biológicos patógenos (hongos), causen afectaciones como la pudrición basal del pedúnculo del fruto; propuesta que tiene como asidero principal, que el nitrógeno abunda tanto en el suelo como el ambiente natural, debido a las características que presenta el piso térmico templado, donde se ha establecido el cultivar de pitahaya en el municipio de Palestina Huila (1.800 msnm).

Sin embargo, es pertinente indicar que es imprescindible llevar a cabo el análisis del suelo para establecer el grado de acidez y alcalinidad y determinar las propiedades que posee frente a las posibilidades de nutrición de las plantas que se pretende cultivar, en el entendido que la información técnica disponible y la experiencia propia da cuenta que en suelos muy ácidos existe una baja disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre, magnesio, molibdeno y azufre; mientras que los micronutrientes como, magnesio, cobre, zinc y boro, una relativa abundancia, situación que es característica de los suelos ácidos como los localizados en climas húmedos, caso al que nos referimos en Palestina (Fao.org, 2016).

Por lo tanto, el argumento se sustenta en la teoría que en la actualidad no se ha planteado una guía o ficha técnica que ofrezca a los cultivadores pitayeros un marco de referencia para llevar a cabo la práctica de la fertilización balanceada propuesta en el presente proyecto, considerando que en Colombia, la producción de pitahaya amarilla (*Selenicereus Megalanthus* (K. Schum. ex

Vaupel) Moran), se ha posicionado en un renglón privilegiado de la economía, destacando que según el portal Agronet (2014), el departamento del Huila después de Boyacá, son los principales productores del país.

Figura 1: Enfermedad (pudrición basal) causada por los hongos en la fruta de pitahaya amarilla



Fuente: Faiver Ariza – Carlos A. Samboní (2016)



Fuente: Faiver Ariza Motta – Carlos Alirio Samboní (2016)

1.2 Formulación del problema

Al describir y abordar uno de los problemas que afectan los cultivares de pitahaya amarilla en el municipio de Palestina, relacionado con enfermedades como la pudrición basal del pedúnculo de la fruta, causada por la afectación de hongos patógenos, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo lograr a través de un tratamiento de fertilización balanceada ejecutado en cuatro (4) lotes experimentales de pitahaya amarilla (*Selenicereus Megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran), ubicados en zona rural de Palestina (Huila), reducir porcentualmente la pudrición de los frutos de la planta, como consecuencia de la acción de los hongos *Oxysporum Schltdl*, *Colletotrichum spp* y *Botrytis cinérea*, haciéndolos más resistentes a los agentes patógenos y mejorando la calidad de las frutas aptas para su consumo y comercialización, propiciando impactos económicos favorables a los cultivadores en eventos de cosecha, dado que éste fenómeno causa detrimento al gremio pitayero?.

Es de anotar, que la demanda de calidad del fruto en los mercados internacionales, exige superar preliminarmente los requisitos de la Norma Técnica NTC-3554 de 1993, desarrollada por Cenicafé en el marco del convenio Federación Nacional de Cafeteros - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, norma que fue ajustada en 1996, de acuerdo con los resultados de seguimiento y evaluación que ha adelantado el mismo Centro, homologada por el ICONTEC e incorporada en la propuesta de disposición presentada al Comité de Frutas del Códex Alimentarius (Angelfire.com, 2001).

1.3 Alcance

El desarrollo del presente proyecto de investigación, está dirigido a desarrollar una propuesta de fertilización balanceada en cuatro (4) lotes experimentales de pitahaya amarilla (*Selenicereus Megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran), frente a igual número de lotes referenciales en los que se emplea proceso tradicional, localizados al interior de predios rurales (fincas), El Diviso (vereda El Paraíso); San Isidro (vereda Nazaret); Sierra Morena (vereda El Robre), y San Isidro (vereda Los Pinos) del municipio de Palestina (Huila), cuyos resultados permiten comprobar las siguientes teorías, así:

- Convalidar que los frutos de las plantas de Pitahaya amarilla, cultivados y sometidos al proceso experimental de fertilización balanceada, reducen sus afectaciones por parte de hongos y enfermedades, debido a que el suministro de nitrógeno en forma balanceada y en menores proporciones a las utilizadas tradicionalmente por los cultivadores la hacen menos propensa a los agentes patógenos ya que éste elemento químico es quien hace que la pitahaya sea más vulnerable a la pudrición basal
- Al incrementar porcentualmente el suministro de nutrientes como Potasio, Fósforo y Calcio, con desequilibrada presencia en el suelo, ayuda a compensar las demandas para la formación del fruto en óptimas condiciones.
- Maximizar las posibilidades de producción de frutos con calidad para comercialización.
- Reducir impactos económicos negativos como consecuencia de la pérdida recurrente de frutos deteriorados por causa de enfermedades asociadas a los hongos.
- Aportar al gremio cultivador, un insumo de información obtenido a través del presente proyecto, que brinde referentes técnicos frente a la práctica especializada de fertilizantes en la pitahaya amarilla.

2. Justificación

El presente proyecto de investigación, se enfoca a estudiar los distintos contextos en los cuales se lleva a cabo la práctica agrícola asociada al cultivo de pitahaya amarilla (*Selenicereus Megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran), localizados en jurisdicción del municipio de Palestina (Huila), los cuales presentan afectaciones por enfermedades originadas por hongos que producen pudrición basal sobre el pedúnculo de la fruta, conllevando a que el deterioro de frutos aptos para su comercio en eventos de cosecha, registren unos niveles elevados, derivados principalmente como consecuencia de un desequilibrio en los nutrientes que posee el suelo y los ambientes frente a las características de las plantaciones de pitahaya, que han sido adaptadas de su habitat natural (desierto) a pisos térmicos como el templado donde actualmente se lleva a cabo su producción como cultivo.

Palestina, sustenta principalmente su economía en actividades asociadas a la agricultura, siendo los cultivos de café y pasiflora los que tienen mayores perspectivas de desarrollo, debido a la creciente demanda de los mercados, particularmente de los internacionales que vienen impulsando aceleradamente su comercio; siendo la pitahaya amarilla, uno de los cultivares que tiene mayor auge y potencial de desarrollo agroeconómico, puesto que constituye un método sumamente rentable de mejorar las condiciones socio-económicas de los campesinos dedicados a ésta actividad, de por ciento muchas veces menoscabada y mal retribuida como consecuencia de las deficientes políticas estatales e inestables crisis económicas locales, regionales y mundial (Sitio Oficial Palestina, Huila, 2016). Según datos estadísticos no oficiales de Apropit (2014), el área cultivada de ésta planta alcanzaría aproximadamente las 400 hectáreas con una producción estimada de 800.000 kilogramos año y de un millón en 2015, lo que permite inferir que ésta

actividad tiende a fortalecer la economía local, involucrando cada vez más campesinos y expandiendo más áreas de cultivo, dada la riqueza agroclimática que facilita su establecimiento y desarrollo, por lo que exige técnicas procedimentales para garantizar en el tiempo la permanencia y crecimiento porcentual de ésta labor.

En este orden de ideas, el problema principal se asocia a que las prácticas agrícolas llevadas a cabo por los cultivadores, tradicionalmente se enfocan al suministro de compuestos químicos de manera empírica y habitual sin tener en cuenta el estudio de suelo y los referentes edafoclimáticos. En el caso particular del sustrato, como lo citan conceptos científicos sobre los suelos publicados en el portal Fao.org (2016), se debe tener en cuenta que por tratarse de una planta rustica, propia de suelos secos, pobres y pedregosos, al ser adaptadas a franco-arenosos y húmedos con buen drenaje como se presenta en el presente estudio, ricos en materia orgánica y con un pH ligeramente ácido entre (5.5 y 6.5), es pertinente llevar a cabo la práctica de un procedimiento de fertilización ponderado que surta las necesidades y demandas nutricionales, dado que al permitir la abstracción de nutrientes balanceados en particular el nitrógeno, permite generar una restricción al accionar de enfermedades producidas por los hongos *Oxysporum Schltdl*, *Colletotrichum spp* y *Botrytis cinérea*, dado que éste elemento químico a mayor proporción genera más humedad a la planta y por ende un habitat propenso para la propagación de afecciones asociadas a la pudrición basal, entre otras; al tiempo que la investigación, análisis y resultados sirvan de referente técnico a todos los sectores productivos vinculados con el cultivar para procurar obtener mejores condiciones de utilidad financiera al reducir potencialmente los costos fijos y variables, así como garantizar las demandas de calidad de la fruta, que son exigencias de primer orden de los mercados, fundamentalmente los internacionales, dada la naturaleza de los clientes.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Evaluar las pérdidas causadas por Pudrición del Pedúnculo causada por *Fusarium Oxysporum* Schltdl, *Colletotrichum spp* y *Botrytis cinerea*, en Pitahaya Amarilla (*Selenicereus megalanthus*), mediante distintos esquemas de fertilización en Palestina, Huila..

3.2 Objetivos Específicos

- Estandarizar a partir de la experimentación de fertilización balanceada en los cultivos objeto de estudio, un modelo de suministro de nutrientes que mejore la calidad y producción de los frutos de pitahaya amarilla.
- Validar la fertilización balanceada propuesta en la inhibición de los hongos *Fusarium Oxysporum* Schltdl, *Colletotrichum spp* y *Botrytis cinerea*, que atacan al pedúnculo de la fruta.

4. Marco de Referencia

4.1 Marco Teórico

Palestina se posiciona dentro del ámbito local, regional y nacional bajo los estándares de calidad y producción de pitahaya amarilla, como uno de los municipios abanderados en el tema, que ha impulsado significativamente el desarrollo de la economía, obteniendo prestigio y reputación en el sector pitayero, por lo que se hace imperioso y sumamente necesario llevar a cabo, investigaciones y pruebas experimentales que caractericen la hipótesis que al ejecutar dentro de las buenas prácticas agrícolas, una fertilización balanceada, sujeta al estudio previo del suelo y la adopción de tareas culturales, se obtienen resultados altamente satisfactorios en cuanto a la reducción de impactos por los fenómenos físico-ambientales que son capitalizados por plagas y enfermedades para ocasionar daños en los cultivos de pitahaya amarilla, lo cual tiene asidero en lo razonado por García (2000), quien afirma en su artículo “Rentabilidad de la fertilización”, publicado en la edición No. 39 Informaciones Agronómicas del Instituto de la Potasa y el Fósforo - Inpofos A.S, que las evaluaciones de la rentabilidad de explotaciones agropecuarias generalmente indican que las empresas más rentables se caracterizan por presentar menores costos, altos rendimientos y mayor atención al manejo de suelos y cultivos, cuyas condiciones caracterizan a los productores más eficientes y de mejor manejo empresarial, siendo la fertilización parte integral del manejo rentable de los cultivos.

4.1.1 Antecedentes

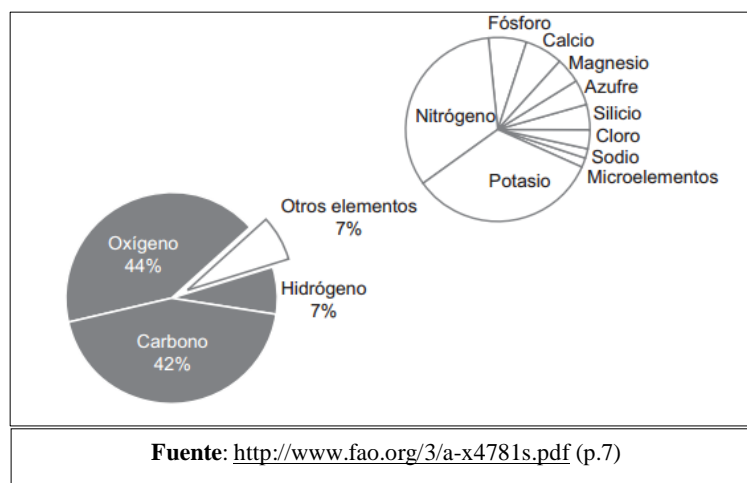
En la agricultura, la fertilización es un asunto de suma importancia, ya que garantiza en gran medida el establecimiento del cultivo y una producción óptima, de acuerdo a las proyecciones y

propósitos que procuren lograr los cultivadores. El blog Fertilizantes químicos (2012), conceptualiza que las plantas para su metabolismo necesitan del nitrógeno, el fósforo y el potasio, y en menor extensión de azufre (S), calcio (Ca) y magnesio (Mg), y en pequeñas cantidades (elementos traza), de hierro (Fe), cobre (Cu), Zinc (Zn), boro (B), manganeso (Mn) cloro (Cl) y molibdeno (Mo), los cuales se pueden encontrar de manera orgánica e inorgánica; éstos últimos conocidos como los fertilizantes químicos, que son sustancias generalmente mezclas químicas artificiales, que se aplican al suelo o a las plantas para hacerlo más fértil, quienes aportan los nutrientes necesarios para proveer a la planta un desarrollo óptimo y por ende un alto rendimiento en la producción de las cosechas: el grado de un fertilizante se mide de acuerdo a su porcentaje de N, P y K, el cual se prepara en diferentes grados.

Para el cultivo de pitahaya, sólo existen especificaciones técnicas generales en cuanto a los estándares sugeridos para la optimización del cultivar, como lo cita el Manual Incentivo Económico a la Asistencia Técnica Directa Rural - IEATDR, publicado por AGROSUR (2014) p.139, donde la propuesta es: Nitrógeno (95-140-187-187 kg/año); Fósforo (33-50-66-66 kg/año), y Potasio (100-150-198-198 kg/año) en elementos puros del año 1 a 4.

Frente a la fertilización ideal para la planta, no existen investigaciones sustentadas, que sirvan de referente para reafirmar conceptos sobre posible influencia directa o indirecta en la producción, dada las características de la cactácea que puede ser adaptada a diferentes climas y ambientes agroclimáticos con diferentes demandas nutricionales, por lo que los referentes contextuales se dilucidan de manera muy general.

Figura 2: Composición general de los nutrientes en las plantas



En cuanto a la incidencia de los fertilizantes químicos de manera balanceada para estabilizar el cultivo, haciéndolo resistente a plagas y enfermedades, tampoco existen referencias bibliográficas a través de estudios, por lo que solamente se hace alusión a los siguientes referentes:

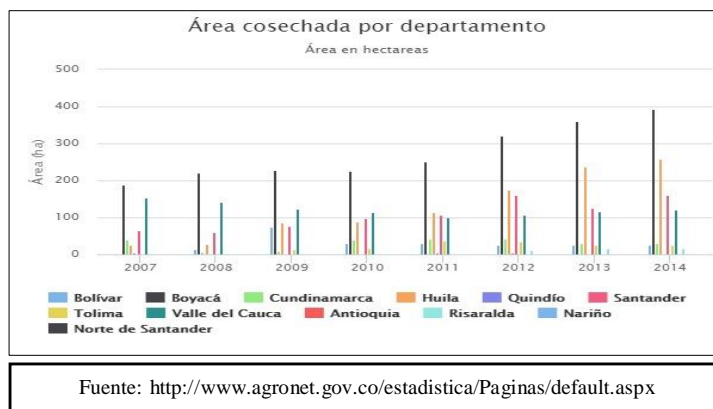
4.1.1.1 Históricos

La fertilización es uno de los factores más importantes y determinantes en la producción agrícola, según lo plantea El Surco (s.f). La investigación en fertilidad de suelos y fertilización de cultivos se ha desarrollado durante mucho tiempo y ha establecido principios básicos, evaluados por diversos investigadores en muchas situaciones como lo cita García (2000) en un artículo científico publicado en la Revista INPOFOS, sobre informaciones agronómicas, en la que sustenta que los efectos de los nutrientes sobre los cultivos son interactivos, ya que generan beneficios superiores con la aplicación conjunta que con la aplicación individual de cada uno de ellos, puesto que la interacción entre nutrientes da origen al concepto de Fertilización balanceada, que no es más que el suministro simultáneo de todos los nutrientes necesarios para alcanzar un determinado rendimiento.

Para AGROSUR (2014), reargulle que hasta el momento no existen estudios que reporten exigencias nutricionales del cultivo de pitahaya; no obstante, plantea la necesidad de conocer las enmiendas de suelo para determinar el tipo de fertilización que se debe adoptar, partiendo del principio que ésta especie tiene altas exigencias de potasio, medias de nitrógeno y bajas de fósforo y que responde muy bien a las aplicaciones de todo tipo de materia orgánica y fertilizantes naturales como humus, compost y estiercol bien descompuestos, tratado con material encalante. Entre tanto, la aplicación de abonos foliares, contribuyen al desarrollo de la planta (crecimiento-floración-fructificación).

El Huila desde el año 2007 a 2014, según Agronet (2014) tuvo un crecimiento considerable en cuanto a su participación en áreas cultivadas de pitahaya amarilla a nivel nacional, ubicándose en el segundo lugar después de Boyacá y Santander, dentro del privilegiado renglón de la economía regional.

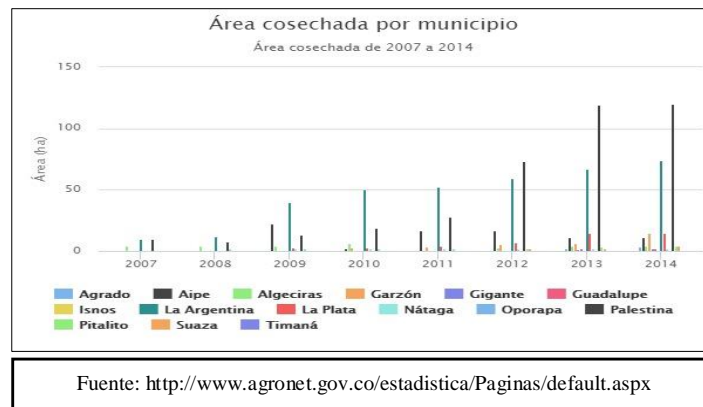
Figura 3: Estadística producción pitahaya por departamentos en Colombia



Entre tanto, a nivel departamental el municipio de Palestina, es el que tiene más áreas cultivadas (150 ha en 2013 a 230 ha en 2014) y quien genera mayor producción de pitahaya (2007-2014) con un promedio general de 1500 toneladas, y a la fecha (2016) extraoficialmente las

cifran dan una tendencia ascendente, lo que exige la imperiosa necesidad de mantener BPA ajustadas a las necesidades y requerimientos, en particular las asociadas a la fertilización y actividades culturales.

Figura 4: Áreas cultivadas de pitahaya amarilla en el departamento del Huila



4.1.1.2 Legales

En el contexto normativo del desarrollo del presente proyecto, se citan las referencias legales más importantes, que hacen alusión a aspectos asociados a la definición y estructuración, particularmente del desarrollo de prácticas agrícolas BPA y Manejo Integrado del Suelo MIC:

- Ley 09 de 1979: Código sanitario nacional.
- Ley 99 de 1993: Creación del SINA y se dictan otras disposiciones en materia ambiental.
- Sistema Nacional de Información Epidemiológica y Vigilancia Fitosanitaria de Colombia, SisFito - ICA.
- Lineamientos de la Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias No. 6, Directrices para la vigilancia, de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria.
- Decreto 1541 de 1979: Ministerio de Agricultura de Colombia.
- Ley 373 de 1997: Uso racional del agua.

- Decreto 2811 de 1974: Código de recursos naturales y del medio ambiente.
- Decreto 2811 de 1974 parte VII: Del uso agrícola y de uso de los suelos no agrícolas de la tierra.
- Resolución 004174 del 06 de noviembre de 2009, en el cual se reglamenta la Certificación de Buenas Prácticas Agrícolas en la producción primaria de fruta y vegetales para consumo en fresco, que se complementan con el documento No. 3375, del 5 de septiembre de 2005, emitido por el Consejo Nacional de Política Económica y Social —Conpes— con el Departamento Nacional de Planeación —DNP.

4.1.2 Fertilización balanceada

El portal digital agroEstrategias.com (2007), ha sustentado frente a la fertilización balanceada, en varios de sus apartes, que la idea de balancear los nutrientes en las plantas, apunta a hacer más eficiente la fertilización, y que el balanceo no significa usar más cantidad de fertilizantes distintos, sino, usar los necesarios para que a partir del diagnóstico de fertilización, se apliquen las dosis de macronutrientes, ya que las enmiendas del suelo demandan un análisis previo, para identificar las potenciales cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio que exige la plantación, para garantizar un óptimo resultado en cuanto a la maduración de frutos con excelente calidad en cosecha, teniendo como argumento la relación que establece internamente la planta con las hormonas vegetales, a través de los componentes agroclimáticos y la fertilización, que garantiza el equilibrio. Las hormonas, son fundamentales en la intervención de casi todos los procesos fisiológicos, determinando el crecimiento vegetativo, buena floración, cuaje y llenado del grano (intenso y prolongado), destacándose en el proceso: AIA (ácido indol acético); CIT (citocininas); ABA (ácido absísico); AG (giberelinas) y ETH (etileno).

Un argumento expuesto sobre la fertilización, en la Revista mexicana de ciencias agrícolas (2015), da cuenta como lo plantean de manera cotidiana otros investigadores, que el programa anual de fertilización juega un papel importante en el manejo del huerto y de su eficiencia dependen, en gran medida, la producción y calidad de los frutos. Asimismo, deduce que la fertilización balanceada considera la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo, incluyendo los que utiliza el árbol para su desarrollo y los que son removidos por la producción de fruto, lo que asegura el suministro adecuado de macro y micro elementos.

En este sentido, los criterios agronómicos propuestos tanto por la academia como la propia experiencia basada en la observación directa y la apropiación de conceptos de los cultivadores de pitahaya amarilla en la región, sirven de fundamento para plantear la propuesta experimental de fertilización balanceada, que dependerá en gran medida de la capacidad de absorción que realice las cactáceas de los nutrientes del suelo, los cuales podrán ser reforzados con el suministro de sustancias químicas ponderadas, que generen un impacto real tanto en la calidad del fruto en eventos de pre cosecha y cosecha, como en los asuntos de tipo económico que beneficia los productores y el medio ambiente.

Existe una exigencia relevante de dar orientaciones y soluciones técnicas a problemas fitosanitarios, a partir de actividades cotidianas, como por ejemplo, la estructuración de una teoría experimental de fertilización balanceada, que garantice una calidad de óptima de frutos de pitahaya, a partir de la minimización del impacto producido por la proliferación de enfermedades producidas por hongos como el *Fusarium Oxysporum Schltdl*, *Colletotrichum spp* y *Botrytis cinérea*, para lo cual, los gerentes del proyecto han asumido de manera responsable y coherente a los principios de eficiencia y efectividad agroeconómica. Por ende, los criterios agronómicos propuestos dependerán en gran medida de la respuesta asertiva que asuma el cultivo para asimilar

los nutrientes balanceados propuestos (nitrógeno-potasio-fósforo-calcio), llevados a cabo con base a los resultados del análisis de fertilidad de los suelos utilizados para el avance del propósito investigativo. Algunos expertos, plantean que se lleve a cabo aplicaciones cada 2 o 3 meses para procurar que la mata disponga de los nutrientes esenciales en forma permanente y dosificada, evitando la aplicación masiva (una vez al año) con riesgos de intoxicación y aporte menos oportuno ((Jordan Molina, Váscones Cruz, Veliz Quinto, & González, 2009).

4.1.3 Enfermedades asociadas a los hongos

Para plantear la propuesta de fertilización balanceada, es adecuado y pertinente caracterizar de manera general, las enfermedades derivadas de agentes patógenos (hongos), que afectan de manera directa los frutos de las plantaciones de pitahaya amarilla cultivadas en jurisdicción de Palestina (Huila).

En Colombia, a partir de estudios como el abordado en el artículo científico titulado Biotecnología aplicada al mejoramiento de los cultivos frutales (cactae), expone que algunos de los agentes causantes de enfermedades en las plantas de pitahaya (*Selenicereus Megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran), están relacionados con aquellos asociados a hongos, bacterias y virus. En él, los investigadores Perea Dallos, et al.(2010), destacan al *Fusarium s.p*; la Antracnosis (*Collectotrichum s.p*) y *Botrytis cinerea*, como uno de los promotores de la pudrición basal que afecta de manera sistemática el proceso de producción y calidad de pitahayas, motivado en muchos factores como aquellos de tipo climático, malas prácticas agrícolas e inadecuado uso de fertilizantes por desconocimiento de sus propiedades y presencia en los ambientes.

No se conocen elementos de información específicos sobre el *Fusarium Oxysporum* Schltdl; no obstante, a manera general Wikipedia (s.f), señala que es una especie de hongo causante de más de un centenar de enfermedades en especies vegetales, que incluye la Pitahaya amarilla y que coloniza los conductos xilemáticos de la planta, bloqueando y tapando los vasos, lo que determina la aparición de síntomas de marchitamiento de hoja, amarilleo y eventualmente necrosis y muerte total de la planta. El portal Enciclopedia of life (s.f), agrega que el ascomycete *Fusarium oxysporum* transmitido por el suelo, es un hongo patógeno común en los suelos de todo el mundo, que provoca el marchitamiento por fusarium, un síndrome de marchitamiento vascular mortal en las plantas.

Fusarium oxysporum comprende más de 120 cepas conocidas o "formas especiales", cada uno de los cuales es específico para una planta huésped único, en el que se produce la enfermedad. En conjunto, estas cepas de *F. oxysporum* es infectar y matar a una amplia gama de huéspedes incluidos muchos cultivos de interés comercial como especies de la familia Solanaceae (tomates, pimientos, patatas, berenjenas), sandía, lechuga, legumbres, remolacha, albahaca, las fresas, el crisantemo, la caña de azúcar, plátanos y varias otras especies. Sobreviven en estado latente en el suelo a veces durante 30 años, se propagan fácilmente en agua, en la maquinaria y las semillas, y se pueden esconder en los rizomas o esquejes vegetativos de las plantas infectadas, haciendo del hongo un importante y potencialmente devastadora plaga para la agricultura.

Su propagación se realiza, cuando las hifas del hongo penetran directamente la epidermis de las raíces, pasan a la corteza y a la endodermis y entran a los vasos del xilema, también las hifas pueden penetrar a través de las heridas hechas en forma mecánica o por nematodos, insectos o miriápodos. Sin embargo, la penetración directa a través de las raíces es el método más común de proliferación del patógeno. Una vez dentro de la planta, el hongo se mueve hacia el tejido

vascular por colonización intracelular a los vasos del xilema y los invade cuando están maduros. El patógeno coloniza por crecimiento del micelio o por medio de transporte pasivo de microconidias; éste último contribuye a una colonización no uniforme, lo que puede hacer que el material de propagación aparentemente sano resulte afectado: la colonización del tallo es unilateral debido a que la diseminación lateral y radial del hongo parece inhibida por las paredes celulares y otras barreras laterales.

En este mismo nivel de afección, encontramos el *Colletotrichum spp* que produce la Antracnosis en la pitahaya amarilla, considerado como uno de los principales patógenos que ocasionan enfermedades de pudrición en el mundo, según Durán & Mora (1987), al referirse a un estudio en Costa Rica sobre la variabilidad de la sintomatía de la antracnosis en la papaya, desarrollado por Arriola et al.(1976), que establecieron que en esa época, las pérdidas en fruta en ese país centroamericano, era ocasionado por éste hongo: de éste patógeno, tampoco se cuenta con fuentes de información científica.

Algunas referencias, indican que la caracterización del agente causante de la antracnosis en tomate de árbol, manzano y mora en Colombia, llevado a cabo en un estudio etiológico por Saldarriaga Cardona, Castaño Zapata, & Arango Izasa (2008), publicado en un artículo de botánica, sustentan que referido trastorno causado por *Colletotrichum sp*, es el principal responsable de pérdidas superiores al 50% en estos tres cultivos en eventos de pre cosecha y postcosecha, ya que el tratamiento fungicida no fue suficientemente eficiente para garantizar un cultivo sin afección de éste patógeno. Además, que es importante tener la diferenciación y diagnóstico de las especies que componen el *Colletotrichum*, para orientar los cursos de acción y BPA a desarrollar, ya que los análisis sólo se han basado en caracteres morfológicos, principalmente tamaño y forma de las conidias, presencia de setas, esclerocios, forma del

apresorio, color y aspecto de la colonia, y otras características como tasa de crecimiento, sensibilidad a benomil, temperatura óptima de crecimiento, existencia del telemorfo y especificidad de hospedantes, situación que es recomendable desde el aspecto técnico de ser posible, el cual se convierte en un asunto complejo por el acceso y la disponibilidad al laboratorio.

La antracnosis, se caracteriza por producir en la planta la desintegración de los tejidos, apreciable a la vista por la presencia de manchas negras y hundidas en forma de úlcera que aparecen sobre hojas, tallos, flores y frutos. Pueden presentar rayas de color marrón oscuro en la punta de las hojas y prospera en ambientes cálidos y húmedos, que al dificultar la fotosíntesis de las hojas, tornándose amarillas y rugosas hasta su destrucción total. En el caso de la pitahaya, los síntomas se manifiestan en los racimos de frutos con la presencia de manchas circulares de color negro y hundidas; en los tallos y estolones se observan manchas circulares de color pardo-negruzco, mientras que en el fruto se producen manchas hundidas de coloración parda y cubiertas de esporas rosadas o anaranjadas (Infoagro, s.f).

Entre tanto, las enfermedades originadas por el botrytis cinerea, quizá sean las más comunes y más ampliamente distribuidas en las hortalizas, plantas ornamentales, frutales, etc, que aparecen principalmente en forma de tizones de inflorescencias y pudriciones del fruto, pero también como chanchos o pudriciones del tallo, ahogamiento de las plántulas, manchas foliares y como pudriciones del tubérculo, como un bulbo y raíces; en condiciones húmedas el hongo produce una capa fructífera conspicua de moho gris sobre los tejidos afectados, como lo cita Infoagro (s.f) y Hydroenv.com (2016), entre otros.

4.2 Marco Conceptual

La pitahaya amarilla (*Selenicereus Megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran), su cultivo y requerimientos básicos para su producción, según Perea Dallos, Tirado, Micán Gutiérrez, Fischer, & Rodríguez Riaño (2010), es una planta cactácea silvestre originaria de las zonas tropicales de América, descubierta por los españoles durante la conquista del continente americano, denominándola pitaya o futa escamosa. En Colombia, se localiza desde el nivel del mar hasta los 1.850 msnm, y se caracteriza por ser una planta perenne, epífita y que requiere de soporte, debido a su arquitectura que le impide sostenerse así misma, con un fruto alargado que mide aproximadamente 15 cm, una cáscara amarilla y gruesa, junto a la pulpa de color blanco, jugosa y dulce, que la hace muy apetecida para el consumo humano, dadas sus características nutricionales, particularmente en mercados europeos, asiáticos y norteamericanos (Caetano Nunes, 2012).

El hábitat natural de la planta es característico de zonas desérticas con suelos áridos y semiáridos, desprovistos de humus y la alteración química por la que pasan los materiales que lo componen ya que es relativamente débil como consecuencia de la presencia de agua, auténtico motor de los procesos químicos, puesto que son escasos a causa de las condiciones climáticas reinantes (Agronet.com, 2014). Otros referentes bibliográficos el portal digital de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México, cita que la pitahaya se adapta bien a climas cálidos subhúmedos con lluvias en verano, normalmente libres de heladas. En los primeros años es susceptible a las heladas y ambientes con poca disponibilidad de agua; aunque el ideal es temperatura media anual de 18-25°C, con precipitaciones anuales de 600 - 1.300 mm e interancia de estación seca y húmeda, en altitud de 600 a 1300 msnm y con buena exposición lumínica.

Palestina, es un municipio ubicado en el sur del departamento del Huila, a 1552 msnm y una temperatura media de 19°C, con una extensión de 346 km², de los cuales 338 km componen la zona rural; con dos clases de clima (frío y templado), que lo ha llevado a ser considerado como la fábrica de agua y bosques del Huila. Sus límites, territoriales son: por el norte, con el municipio de Pitalito; por el sur, con el departamento del Cauca; por el oriente, con el municipio de Acevedo, y por el occidente, el municipio de Pitalito.

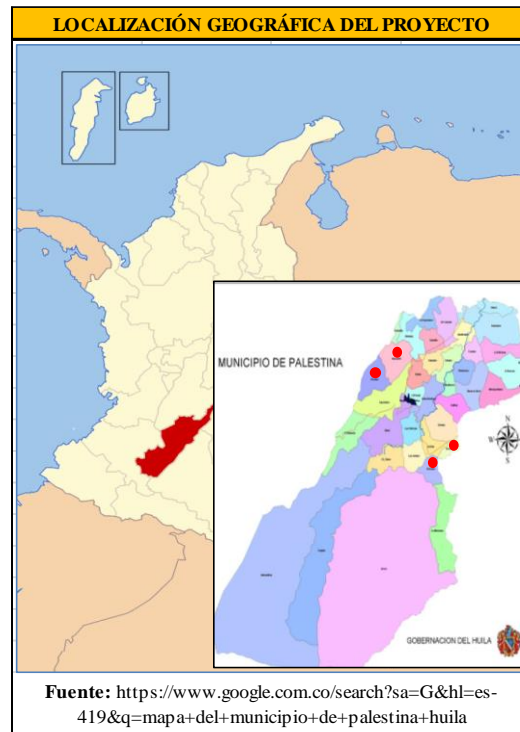
Su economía, tiene como base fundamental la agricultura y la ganadería, y en menor escala la piscicultura y el eco-turismo regional recreativo y de investigación, ya que es la principal vía de acceso al primer Parque Nacional Natural "Cueva de los Guácharos". Sus principales cultivos son: el café, caña de azúcar, granadilla, tomate de árbol, mora, lulo y la pitahaya amarilla; éste último, el cual viene adquiriendo un auge muy preponderante en el sector productivo agrícola de la región, debido al establecimiento de grandes extensiones del cultivar, especialmente por el crecimiento de la demanda de mercados internacionales, que han hecho que cada vez más campesinos, se dediquen a esta labor privilegiada en los reglones de producción pitayero en Colombia (Sitio Oficial Palestina, Huila, 2016).

5. Metodología

El presente proyecto de investigación se realiza de manera exclusiva en cuatro (4) cultivos de pitahaya amarilla (*Selenicereus Megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran), que se encuentran instalados en igual número de fincas localizadas en perímetro rural del municipio de Palestina (Huila), que cuentan con tres (3) años de edad productiva, en los cuales se encuentran doscientas (200) plantas de la cactácea cada uno.

Dentro del desarrollo del proyecto en los cultivos experimentales, la propuesta consiste en llevar a cabo la aplicación en dosis específicas, debidamente detalladas tanto en la metodología como en la fase de ejecución, de fertilizantes balanceados propuestos (nitrógeno-potasio-fósforo-calcio) de acuerdo a las variables planteadas con el fin de sustentar la teoría e hipótesis propuesta a lo largo del presente proyecto, en relación a la mejora porcentual de la calidad de los frutos aptos para comercialización, producto de la acertada asimilación de los compuestos químicos provistos durante las etapas de suministro, ya que como respuesta trasversal al experimento, genera en la planta, una resistencia sistemática a la acción de los hongos *Oxysporum Schltdl*, *Colletotrichum spp* y *Botrytis cinérea*, en particular sobre los frutos, disminuyendo su deterioro en eventos de cosecha y pos cosecha hasta de un 90%, convirtiendo la siega en un asunto altamente productivo.

Figura 4: Mapa ubicación proyecto experimental fertilización balanceada pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran).



5.1 Tipo de investigación

Partiendo del principio que la investigación es tipo cuantitativa ya que utiliza como insumo y referencia, análisis de datos estadísticos obtenidos a partir del desarrollo de procedimientos técnicos, que se complementa con aspectos descriptivos como los citados por Sabino (1986) pág.51, quien aduce que hay que trabajar sobre realidades de los hechos, con una característica fundamental de presentar una interpretación correcta, donde su preocupación primordial radique en descubrir algunas características esenciales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento, obteniendo las notas que caracterizan a la realidad estudiada.

Por lo tanto, el presente proyecto sugiere una investigación de campo, apoyada en el aporte de datos e informaciones por parte de campesinos y cultivadores de pitahaya amarilla de la región de Palestina (Huila) como fuentes directas, quienes han adquirido por medio de la experiencia propia, la construcción de situaciones reales que dan cuenta la evolución trágica de los cultivos de pitahaya afectadas con enfermedades provocadas por la proliferación de hongos, que producen deterioro al fruto, siendo la observación directa de campo a las matas ubicadas tanto en cultivo experimental como en las referenciales, el mecanismo que garantiza identificar, observar y analizar los fenómenos que se puedan presentar tanto en el uno como el otro: uno con fertilización tradicional y otro con fertilización balanceada.

El proceso de Investigación se basa en informaciones obtenidas directamente de la realidad (cultivo), permitiendo mediante la exploración de eventos, cerciorarse técnicamente sobre las condiciones reales en que se colecta y registran los datos que dan cuenta sobre la incidencia de la fertilización balanceada sobre las plantas de pitahaya amarilla (*Selenicereus Megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran), frente a la tradicional que sirve como referente experimental y argumentativo dentro de la práctica sugerida.

5.2 Método de investigación

La observación, comparación y medición de cada uno de los cuatro (4) “cultivos”, como base referencial que permite apreciar y determinar qué enfermedades asociadas a los hongos son los causantes del daño de los frutos, y cómo la fertilización influye en su propagación o reducción de frutos deteriorados a causa de los patógenos. Es importante considerar que el método es cualitativo, fundamentado en la medición de las características de los fenómenos, que derivan un

postulado que expresan las relaciones de las variables estudiadas de manera deductiva, para generalizar y normalizar el resultado esperado (Bernal Torres, 2010) p.56

5.3 Técnicas y Procedimientos para la Recolección de Información

5.3.1 Información Primaria

La información recolectada durante el desarrollo de la praxis metodológica, se realizará mediante la observación y la medición de los avances en el desarrollo del proceso, los cuales se obtienen de manera directa de cada planta y lote utilizado para el proyecto experimental, verificando de manera visual cada uno de las cactáceas y sus frutos, para determinar si evidencian vestigios de enfermedades ocasionadas por la presencia de hongos *Fusarium Oxysporum Schltdl*, *Colletotrichum spp* y *Botrytis cinérea*. Asimismo, los efectos de la fertilización balanceada sobre el procedimiento tradicional en cuanto a frutos sanos en cosecha.

5.3.2 Información Secundaria

En éste contexto se carecen de fuentes secundarias consignadas en documentos, textos e investigaciones de campo, que contribuyan a la sustentación de la teoría que la fertilización balanceada coadyuva sistemáticamente a la plantación de pitahaya amarilla a crear un campo de resistencia a los agentes patógenos que ocasionan enfermedades asociadas a la pudrición basal del pedúnculo de la fruta con consecuencias nefastas en eventos de cosecha. No obstante, se recurre a datos generales sobre la fertilización producida por varios autores y portales digitales para esquematizar una idea común sobre el proceso productivo de referida planta.

5.3.3 Análisis de información

En ésta etapa, se toma como referente la estadística descriptiva de los datos colectados en las fichas de registro, con el fin de analizar y medir el objeto de estudio, en este caso específico los resultados esperados, que hacen referencia a la calidad de los frutos, en cuanto a la ausencia de frutos deteriorados por la pudrición basal ocasionada por los hongos *Fusarium Oxysporum Schltdl*, *Colletotrichum spp* y *Botrytis cinérea*, como agentes generadores de las problemáticas planteadas a lo largo del presente proyecto de investigación.

5.4 Fases de Ejecución

5.4.1 Primera Fase: contextualización

5.4.1.1 Antecedentes

Para ejecutar el planteamiento y posterior desarrollo de la propuesta, es necesario tener en cuenta lo propuesto por el Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica (2002), quienes en una investigación sobre fertilización plantearon la imperiosa necesidad de llevar a cabo un diagnóstico del estado nutricional de las plantas en cualquier cultivar, argumentando que los nutrimentos minerales esenciales para las plantas, son aquellos necesarios para la ocurrencia de un ciclo de vida completo; involucrados en funciones metabólicas o estructurales en las cuales no pueden ser sustituidos, y cuya deficiencia se asocia a síntomas específicos (aunque no inconfundibles). Agregan, que toda planta exige minerales esenciales que incluyan: carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N) y azufre (S) como los principales constituyentes de la materia orgánica; fósforo (P), boro (B) y silicón (Si), quienes son

esterificados con alcoholes en las plantas; potasio (K), sodio (Na), magnesio (Mg), calcio (Ca), manganeso (Mn) y cloro (Cl) que son absorbidos como iones de la solución del suelo; mientras que el hierro (Fe), cobre (Cu), zin (Zn) y molibdeno (Mo), que son absorbidos como iones o quelatos, así como el níquel (Ni), que es involucrado en el metabolismo.

En el caso específico de la pitahaya amarilla las demandas nutricionales están representadas en Nitrógeno como un elemento mayor, que cumple una función importante en el crecimiento de la planta, por lo que es necesario fijar el estándar apropiado del nutriente para evitar el incremento desproporcionado de follaje que desencadena en pobre sistema radicular, tejido blando, plantas débiles, retraso en la producción, rendimiento de baja calidad y mayor susceptibilidad a enfermedades y plagas, como lo cita el portal Smart-fertilizer (s.f), quien además aduce que el nitrógeno atmosférico es un importante reservorio, mientras que el nitrógeno en el suelo se encuentra en su mayoría en la materia orgánica que es relativamente estable y no directamente disponible a las plantas, las cuales pueden absorber el nitrógeno únicamente en sus formas inorgánicas, NO_3 (nitratos) y NH_4 (amonio): sólo alrededor del 2-3% por año del nitrógeno contenido en materia orgánica se convierte en nitrógeno disponible para las plantas, en un proceso llamado "mineralización", que implica que las bacterias se conviertan el nitrógeno orgánico en nitrógeno mineral que es influenciado por factores ambientales como la temperatura, humedad, aireación y el pH del suelo.

Es de anotar, que el nitrógeno (N) es el motor del crecimiento de la planta. Suple de 1 a 4% del extracto seco de la mata, el cual es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+). En los vegetales, se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas, siendo el constituyente esencial de las proteínas, que está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo y en la

elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno, es importante también por la absorción de los otros nutrientes (FAO, 2002).

Entre tanto el Fósforo (P), es el encargado de llevar a cabo la transformación de la energía, interviene en la formación de semillas y acelera la maduración de los frutos al tiempo que estimula el desarrollo radicular. Por lo tanto el desequilibrio en la abundancia o escasez ocasiona problemas como ocurre con el nitrógeno; además de causar inconvenientes en el crecimiento de los tallos, ramas, retrasos en la aparición de las yemas, botones florales y frutos. Este nutriente suple de 0,1 a 0,4% del extracto seco de la planta; juega un papel importante en la transferencia de energía, siendo esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos, e indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta: el fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde la fijación limita su disponibilidad (FAO, 2002).

Dentro de los elementos mayores, el Potasio (K), es el encargado de regular la actividad fotosintética, así como el catalizador de la absorción del agua por la planta, controlando el movimiento de los estomas y la transpiración haciéndola resistente a las sequías. Suple del 1 al 4% del extracto seco de la planta, y tiene muchas funciones, como la de activar más de 60 enzimas (substancias químicas que regulan la vida), jugando un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. Mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad: las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades (FAO, 2002).

La misma investigación, señaló que éstas plantaciones requieren de magnesio (Mg) para evitar la clorosis; azufre (S) como elemento responsable de la formación de proteínas, vitaminas, enzimas, aroma y sabor de la fruta, así como calcio (Ca), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), boro

(B), manganeso (Mn), cloro (Cl) y molibdeno (Mo), que ayudan a estabilizar la producción del cultivo.

Ahora bien, la propuesta experimental de fertilización incluye el Calcio (Ca), teniendo en cuenta que puede ayudar de manera sistemática a lograr una oscilación coherente con los demás factores que integran la fructificación del cultivo, ya que constituye la lámina media, las paredes y membranas de la célula, y además, porque participa en la división y extensión celulares, que influye en la compartimentalización de la célula, modulando la acción de hormonas y señales, contribuyendo al equilibrio iónico de la célula como lo cita Díaz, Cayón, & Mira (2007) en su artículo Metabolismo del calcio y su relación con la "mancha de madurez" del fruto. Entre tanto, el portal Smart-fertilizer (2016), refuerza los conceptos de la importancia del calcio en la formación de los frutos, al enunciar que parte de las funciones son: promover el alargamiento celular; tomar parte en la regulación estomática; participar en los procesos metabólicos de absorción de otros nutrientes y fortalecer la estructura de la pared celular (parte esencial de la pared celular de las plantas), así como proteger la planta contra el estrés de temperatura alta, cooperando en la inducción de proteínas de choque térmico, protegiéndola contra las enfermedades (hongos y bacterias) que secretan enzimas que deterioran la pared celular de los vegetales: en niveles suficientes de calcio reduce significativamente la actividad de estas enzimas y protege las células de la planta de invasión de patógenos, ayudando a la robustecer la calidad de los frutos.

Para FAO (2002), éste ingrediente es esencial para el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas. Aunque la mayoría de los suelos contienen suficiente disponibilidad para las plantas, la deficiencia puede darse en los suelos tropicales muy pobres: la aplicación de (Ca), es usualmente en encalado, para reducir la acidez del suelo.

5.4.2 Segunda Fase: reconocimiento técnico

En ésta etapa, una vez contextualizada la teoría y conceptos frente en cuanto a la importancia de los componentes nutricionales más importantes en las plantas, doce (12) campesinos dedicados a la producción de pitahaya amarilla en Palestina, hicieron una contribución determinante al proyecto, dando a conocer preliminarmente sus experiencias como cultivadores de la cactácea, en particular lo relacionado con el proceso de fertilización y MIC. Conceptos asociados a cómo influyen en la producción de frutos y las situaciones agroclimáticas que conllevan a la proliferación de plagas y enfermedades, éstas últimas asociadas particularmente a los hongos *Fusarium Oxysporum Schltdl*, *Colletotrichum spp* y *Botrytis cinerea*.

Seguidamente, cuatro (4) propietarios de fincas pitayeras, accedieron de manera voluntaria a participar de la propuesta, facilitando el establecimiento de los lotes de cultivo experimental y referencial para obtener los datos requeridos, cuyas evidencias son consignadas en los correspondientes libros de campo: su vinculación fue determinante en todo el proceso de desarrollo y consolidación, ya que han facilitado la solidificación de la teoría esbozada a lo largo del contenido de mencionado proyecto de investigación.

Los lotes de terreno con cultivo de pitahaya amarilla, donde se ejecuta el proyecto experimental se ubican específicamente en: Lote No. 1 en la vereda el Paraíso (Ana Ruth Vargas); Lote No. 2 en la vereda Nazaret (Gloria Motta); Lote No. 3 vereda el Roble (Wilson Alba) y Lote No. 4, vereda los Pinos (Julio Samboní).

Figura 5: Fotografía lotes experimentales cultivo de pitahaya amarilla en Palestina



Fuente: Faiver Ariza Motta – Carlos Alirio Samboní (2016)



Fuente: Faiver Ariza Motta – Carlos Alirio Samboní (2016)

5.4.3 Tercera Fase: diagnóstico nutricional

Partiendo del principio que la demanda de alimentos sanos y de calidad es creciente, y los volúmenes y características de los productos están totalmente ligados a una buena nutrición de la planta y a la posibilidad de que esta exprese plenamente sus particularidades y potenciales genéticos, en las mejores condiciones ambientales y de manejo, para su desarrollo, la falta de uno o más de los trece (13) elementos esenciales que necesita toda planta provoca problemas como lo expresa Vargas Canacuán (2008), al sustentar un estudio sobre fertilizantes llevado cabo en la provincia de Imbabura, Ecuador.

Asimismo, un artículo publicado por Marcho Vinicio Torres en una memoria del Centro de Investigaciones Agronómicas CIA publicado por la Universidad de Costa Rica, UCR (2002), da cuenta que dentro del diagnóstico nutricional de las plantas, los nutrimentos minerales esenciales, son aquellos requeridos para su ciclo integral de vida; aquellos involucrados en las funciones estructurales o metabólicas que pueden ser sustitutivos, y aquellos cuya deficiencia se asocia a síntomas específicos (aunque no inconfundibles), lo que nos refuerza la imperiosa necesidad de practicar un análisis de suelo en los cultivos de pitahaya seleccionados para la presente investigación. En consecuencia, una vez conocidas las referencias técnicas y bibliográficas en cuanto a las demandas nutricionales de una planta de pitahaya amarilla (*Selenicereus Megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran), se practicó el análisis de suelo en los cuatro (4) cultivos ubicados en igual número de fincas o predios, seleccionados para llevar a cabo la estructuración del proyecto experimental de fertilización balanceada, cuyos resultados se encuentran consignados en las fichas de referencia, dando lugar a la elaboración del diagnóstico real de las demandas nutricionales que posee la plantación.

En este contexto, partiendo de los conceptos planteados por Fao.org (2016), sobre las características físicas del suelo, que incluye su estructura (arena, limo y arcilla, que afectan directamente la aireación, el movimiento del agua en el suelo, la conducción térmica, el crecimiento radicular y la resistencia a la erosión); la profundidad (espesura del suelo); la presencia de agua (determina la humedad del suelo); la textura (proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños como arena, limo y arcilla); el color (que depende de sus componentes y varía con el contenido de humedad, materia orgánica presente y grado de oxidación de minerales presentes); la consistencia (propiedad que define la resistencia del suelo a la deformación o ruptura que pueden aplicar sobre él); la porosidad (porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos); la densidad (peso por volumen del suelo (real y aparente), y el movimiento del agua en el suelo, que es influenciada por varios tipos de fuerzas como de gravedad, ascenso capilar y osmosis, se procedió a llevar el reiterado estudio del suelo, para obtener la información elemental, para posteriormente continuar construyendo el desarrollo del proyecto de investigación sustentando en la teoría de la fertilización balanceada, sobre los componentes químicos del Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Calcio.

A continuación en la tabla anexa, se aprecia la compilación de los datos colectados e insertados en el libro de campo del análisis de suelo llevado a cabo a cada uno de los lotes objeto de experimentación..

Tabla 1: Datos de registro análisis de suelo lotes experimentales

HISTORIA DE LOS LOTES							
LOTE No. 1		LOTE No. 2		LOTE No. 3		LOTE No. 3	
Finca	El Diviso	Finca	San Isidro	Finca	Sierra Morena	Finca	San Isidro
Vereda	El Paraíso	Vereda	Nazaret	Vereda	El Roble	Vereda	Los Pinos
Propietario	Ana Ruth Vargas	Propietario	Gloria Motta	Propietario	Wilson Alba	Propietario	Julio Samboní
TOPOGRAFÍA							
Quebrada:		Quebrada:		Quebrada:		Quebrada:	
Plana:		Plana:		Plana:		Plana:	
Ondulada:		Ondulada:		Ondulada:		Ondulada:	
Pendiente (%):	15	Pendiente (%):	15	Pendiente (%):	25	Pendiente (%):	15
PEDREGOSIDAD							
Alta:		Alta:		Alta:		Alta:	
Media:		Media:		Media:		Media:	
Baja:	x	Baja:	x	Baja:	x	Baja:	x
DRENAJE							
Bueno:	x	Bueno:	x	Bueno:	x	Bueno:	x
Regular:		Regular:		Regular:		Regular:	
Malo:		Malo:		Malo:		Malo:	
Limitante:		Limitante:		Limitante:		Limitante:	
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO							
Textura:	Franco - arcilloso - arenoso	Textura:	Franco - arenoso	Textura:	Luminoso	Textura:	Franco - arcilloso - arenoso
pH:	5,18	pH:	5,80	pH:	5,41	pH:	5,90
M.O. %:		M.O. %:	8,80	M.O. %:	14,75	M.O. %:	
P2O5 (ppm):	2,9	P2O5 (ppm):	2,70	P2O5 (ppm):	2,9	P2O5 (ppm):	1,80
K2O (meq/100g.):		K2O (meq/100g.):	0,10	K2O (meq/100g.):		K2O (meq/100g.):	0,38
Ca (meq/100g):	4,5	Ca (meq/100g):	13,60	Ca (meq/100g):	1,91	Ca (meq/100g):	5,62
Mg (meq/100g)	1,1	Mg (meq/100g)	0,80	Mg (meq/100g)	0,68	Mg (meq/100g)	2,31
Al (meq/100g):		Al (meq/100g):	0,00	Al (meq/100g):	1,07	Al (meq/100g):	
Mn (ppm):	41,00	Mn (ppm):	3,04	Mn (ppm):	0,70	Mn (ppm):	41,00
Zn (ppm):	3,4	Zn (ppm):	9,07	Zn (ppm):	0,30	Zn (ppm):	3,4
Cu (ppm):	2,7	Cu (ppm):	3,23	Cu (ppm):	1,70	Cu (ppm):	2,7
Fe (ppm):	120,00	Fe (ppm):	101,59	Fe (ppm):	80,80	Fe (ppm):	120,00
B (ppm):	0,07	B (ppm):	0,14	B (ppm):	0,05	B (ppm):	0,07
S (ppm):		S (ppm):	0,00	S (ppm):		S (ppm):	
Na (cmol/kg):		Na (cmol/kg):	0,50	Na (cmol/kg):		Na (cmol/kg):	0,18
CICE (cmol/kg):	7,06	CICE (cmol/kg):	8,99	CICE (cmol/kg):	3,55	CICE (cmol/kg):	8,72
CE (dS/m):	0,18	CE (dS/m):	0,32	CE (dS/m):		CE (dS/m):	0,18

Cada lote de terreno, arrojó una historia que sirvió de referentes para ser tenida en cuenta a la hora de planear los suministros de fertilizantes químicos, ajustados al proyecto de fertilización balanceada planteada, teniendo en cuenta que cada plantación prevé arrojar resultados diferentes entre sí, en cuanto a la cantidad de frutos producidos y colectados, toda vez que las características de cada suelo son diferentes.

Referidos registros, hacen alusión a los antecedentes que presenta el cultivar, tales como el tipo de cultivo que en otrora se sembró, tipos de fertilizantes empleados y sus dosificaciones, así como el control fitosanitario que se empleó a lo largo de su trayectoria, con el objeto de dilucidar una idea general en cuanto a aspectos que pueden influir en el cultivo actual (pitahaya amarilla).

Tabla 2: Antecedentes de los cultivos experimentales BPA - Fertilización – MIC

Antecedentes BPA	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Historia del cultivo	El cultivo anterior fue café, sustituido con 5250 plantas de pitahaya, con 5 años de siembra: registra 80-90% pérdida en cosecha.	El cultivo anterior fue café, sustituido con 600 plantas de pitahaya, con 3 años de siembra: registró 36% de pérdidas en primera cosecha.	El cultivo anterior fue granadilla, sustituido con 3.000 plantas de pitahaya, con 4 años de siembra: registra 40 - 60%, pérdidas en las dos últimas cosechas.	El cultivo anterior fue granadilla, sustituido con 1600 plantas de pitahaya, con 3 años de siembra: registró 30% de pérdida en la primera cosecha.
Dosificación de Fertilizantes	Aplicaciones tradicionales: (10-20-20, agrimin + DAP,) (10-30-10 + agrimins + nitrabox) aplicaciones mensuales con dosis de 250 grs / planta.	Aplicaciones tradicionales: (DAP + agrimin)(15-15-15 + agrimin) aplicaciones mensuales con dosis de 80 grs/planta, cada dos meses	Aplicaciones tradicionales: (10-20-20, agrimin + DAP,) (10-30-10 + agrimins + nitrabox) aplicaciones mensuales con dosis de 250 grs/planta.	Aplicaciones Tradicionales: (10-20-20) (10-20-30 + agrimins + nitrabox) aplicaciones cada dos meses, con dosis de 150 grs/planta.
Control Fitosanitario MIC	Bactericida (Cumbre 0,5 cms x lts, Kasumin 3 cms x lts, rhapsody aplica 2,5 cms x lts, timorex 2,5 cms x litro), Insecticidas como (karate zeon cms x litro, cipermetrina 1 cms x litro), Antracnosis (score 1,3 cms x lts): se realizan aplicaciones cada 15 días.	Bactericida (Kasumin 3 cms x lts, timorex 2,5 cms x litro), Insecticidas como (karate zeon 1 cms x litro), Antracnosis (score 1,3 cms x lts): se realizan aplicaciones cada 15 días.	Bactericida (Cumbre 0,5 cms x lts, Kasumin 3 cms x lts, rhapsody aplica 2,5 cms x lts, timorex 2,5 cms x litro), Insecticidas como (karate zeon cms x litro, cipermetrina 1 cms x litro), Antracnosis (score 1,3 cms x lts): se realizan aplicaciones cada 15 días	Labores culturales recogiendo material afectado y aplicaciones foliares de fungicidas como (Cumbre 0,5 cms x lts, Kasumin 3 cms x lts, score 1,3 cms x lts), Insecticidas como (karate zeon 1 cms x litro), la determinación de la aplicación se realiza teniendo en cuenta la severidad del problema.

5.4.4 Cuarta Fase: diseño experimental

Se plantea la puesta en marcha de un plan de fertilización diseñado para el suministro de elementos puros (nitrógeno, fósforo, potasio y calcio) desde el año 1 al 4, cuyas dosis son fijadas comparativamente entre lo tradicional y lo propuesto (balanceado), que exigen como principio mínimo, uno de los criterios de esencialidad planteados por Arnon y Stout en 1939, que a la letra dice:

1. *Un elemento no puede considerarse como esencial a menos que su ausencia haga imposible completar las etapas vegetativas o reproductivas de su ciclo vital.*
2. *La deficiencia ha de ser específica del elemento en cuestión, y sólo puede ser evitada o corregida mediante el suministro de aquél.*
3. *El elemento ha de estar directamente implicado en la nutrición de la planta, con independencia de sus posibles efectos en la corrección de condiciones desfavorables, químicas o microbiológicas, del medio externo.*

En esta etapa, se procede a realizar seis (6) fertilizaciones en el año 2015, sobre los lotes de cultivo experimental siguiendo el siguiente orden lógico:

Tabla 3: Programa fertilización ejecutado lotes experimentales pitahaya

AÑO 2015	
Fertilizaciones	Etapas
1	Prefloración
2	Floración
3	Llenado
4	Llenado
5	Llenado
6	Recuperación

En forma paralela se realiza el seguimiento pertinente al desarrollo del efecto nutricional llevado a cabo bajo el procedimiento técnico y la fertilización, tendiente a lograr los objetivos trazados en el proyecto, para lo cual se tuvo en cuenta la implementación de la propuesta de

fertilización balanceada propuesta, elaborada a partir de los análisis de suelo y los requerimientos nutricionales.

Figura 6: Propuesta de fertilización balanceada aplicable al proyecto experimental

Edad planta	Requerimiento del cultivo en Kg/ha/año (elementos puros)							
	Nitrógeno		Fosforo		Potasio		Calcio	
	Tradicional	Balanceado	Tradicional	Balanceado	Tradicional	Balanceado	Tradicional	Balanceado
Año 1	95	49,5	33	149,3	100	47,7	20	9,6
Año 2	140	71,8	50	98,7	150	39,6	60	27,5
Año 3	187	84,8	66	113,7	198	159,6	90	45,5
Año 4	187	84,8	66	113,7	198	164,3	100	49,2
Totales	609	290,9	215	475,4	646	411,2	270	131,8

Fuente: IEATDR (2014) p. 139 - Faiver Ariza y Carlos A. Samboni (2016)

A partir de éste planteamiento, al surtir el efecto esperado en los cultivos experimentales, ya que los componentes suministrados se balancearon de conformidad con la teoría propuesta, la plantación asume un control más radical y eficiente sobre los ataques que sufre por parte de los hongos *Oxysporum Schltdl*, *Colletotrichum spp* y *Botrytis cinérea*, identificados como los principales agentes causales de enfermedades como la pudrición basal del pedúnculo de los frutos de la pitahaya amarilla (*Selenicereus Megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran), cultivados en Palestina (Huila), afectando su cosecha.

5.5 Instrumento de medición

A partir del análisis cualitativo alcanzado por medio de la observación directa al cultivo frente al crecimiento y desarrollo de cada una de las plantas de pitahaya ubicadas en lotes experimentales sometidas a fertilización balanceada, propuestos en el proyecto de investigación, y con el apoyo de los resultados de los análisis cuantitativos de los registros consignados en las fichas de registro en diez (10) muestras practicadas en los cuatro (4) lotes de pitahaya amarilla con tres (3-5) años de edad productiva, en los cuales se encuentran doscientas (200) plantas cada uno, se construye una matriz de referencia entre un tratamiento y otro, donde se realiza un inventario numérico y porcentual fidedigno, sobre la cantidad de frutos aptos que produce cada cactácea para el consumo o comercialización en un periodo de tiempo específico en evento cosecha.

Es importante considerar, que el área de cada lote de cultivo, es de 720 m² (experimental – referencial), los cuales se encuentran localizados dentro de una misma área de cultivo, que sirve de instrumento para analizar los efectos de las fertilizaciones, calidad de los frutos e impactos fitosanitarios producidos por los agentes patógenos, bajo la hipótesis que el tratamiento fertilizante propuesto, las plantas de pitahaya sometidas a éste procedimiento son más resistentes y vulnerables a la pudrición.

En éste sentido, se diseñó una matriz de registro y seguimiento al proceso para el análisis de cada una de las variables, establecidas para el proyecto de fertilización, las cuales corresponden a: T1 (Fertilización tradicional y T2 (Fertilización balanceada), como se puede apreciar en la figura siguiente.

Figura 7: Matriz de registro y seguimiento al proceso para análisis de variables proyecto de fertilización balanceada

UNIDAD DE ANÁLISIS Y VARIABLE			
No. Muestras	VARIABLE	# Frutos sanos	# Frutos afectados
1	Tratamiento 1 Fertilizada tradicional (productor)		
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Totales			
No. Muestras	VARIABLE	# Frutos sanos	# Frutos afectados
1	Tratamiento 2 Fertilización balanceada (propuesta)		
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Totales			

En éste capítulo de los resultados, se analizarán los datos consignados lote por lote, ofreciendo la posibilidad de realizar una lectura objetiva, cualitativa y cuantitativa para emitir con base en referidos datos, juicios de valor en torno a los alcances obtenidos dentro de la propuesta, teniendo como sustento, el análisis de las siguientes variables:

- **Variable Tratamiento Fertilización Tradicional (T1):** que nos indicará el porcentaje de afectación del total de los frutos cosechados por lote con fertilización tradicional, a partir del análisis de datos estadísticos registrados en el libro de campo, bajo regla de tres simple.

$$X = \frac{\text{Total de frutos afectados}}{\text{Total frutos producidos}} \times 100$$

- **Variable Tratamiento Fertilización Balanceada (T2):** que nos indicará el porcentaje de afectación del total de los frutos cosechados por lote con fertilización balanceada, a partir del análisis de datos estadísticos registrados en el libro de campo, bajo regla de tres simple.

$$X = \frac{\text{Total de frutos afectados}}{\text{Total frutos producidos}} \times 100$$

6. Resultados

El diagnóstico de fertilizantes consideró las dosis necesarias de macronutrientes, cuyos datos son analizados e incluidos en el proceso de fertilización de manera trasversal, con las insuficiencias existentes con otros elementos, que puedan limitar los primeros en cada lote de terreno cultivado con pitahaya amarilla y que son sometidos al proceso de abastecimiento químico de elementos nutricionales específicos, con el siguiente resultado:

Tabla 3: Estudio de suelo vs. Fertilización balanceada recomendada

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO							
LOTE No. 1		LOTE No. 2		LOTE No. 3		LOTE No. 3	
Finca	El Diviso	Finca	San Isidro	Finca	Sierra Morena	Finca	San Isidro
Vereda	El Paraíso	Vereda	Nazaret	Vereda	El Roble	Vereda	Los Pinos
Ana Ruth Vargas (Propietaria) Milton Marino Cerquera (Administrador)		Gloria Evis Motta Pardo (Propietaria) Jesús Bahos (Administrador)		Wilson Alba Córdoba (Propietario - Administrador)		Julio Samboní (Propietario - Administrador)	
Textura: Franco arcilloso - arenoso		Textura: Franco - arenoso		Textura: Limosa		Textura: Franco arcilloso - arenoso	
pH	5,18	pH	5,74	pH	5,41	pH	5,90
M.O. %		M.O. %	3,37	M.O. %	14,75	M.O. %	
P2O5 (ppm)	2,9	P2O5 (ppm)		P2O5 (ppm)	2,9	P2O5 (ppm)	1,80
K2O (meq/100g)		K2O (meq/100g)		K2O (meq/100g)		K2O (meq/100g)	0,38
Ca (meq/100g)	4,5	Ca (meq/100g)	5,13	Ca (meq/100g)	1,91	Ca (meq/100g)	5,62
Mg (meq/100g)	1,1	Mg (meq/100g)		Mg (meq/100g)	0,68	Mg (meq/100g)	2,31
Al (meq/100g)		Al (meq/100g)		Al (meq/100g)	1,07	Al (meq/100g)	
Mn (ppm)	41,00	Mn (ppm)	3,04	Mn (ppm)	0,70	Mn (ppm)	41,00
Zn (ppm)	3,4	Zn (ppm)	9,07	Zn (ppm)	0,30	Zn (ppm)	3,4
Cu (ppm)	2,7	Cu (ppm)	3,23	Cu (ppm)	1,70	Cu (ppm)	2,7
Fe (ppm)	120,00	Fe (ppm)	101,59	Fe (ppm)	80,80	Fe (ppm)	120,00
B (ppm)	0,07	B (ppm)	0,14	B (ppm)	0,05	B (ppm)	0,07
S (ppm)		S (ppm)	6,97	S (ppm)		S (ppm)	
Na (cmol/kg)		Na (cmol/kg)	0,50	Na (cmol/kg)		Na (cmol/kg)	0,18
CICE (cmol/kg)	7,06	CICE (cmol/kg)	8,99	CICE (cmol/kg)	3,35	CICE (cmol/kg)	8,72
CE (dS/m)	0,18	CE (dS/m)	0,32	CE (dS/m)		CE (dS/m)	0,18

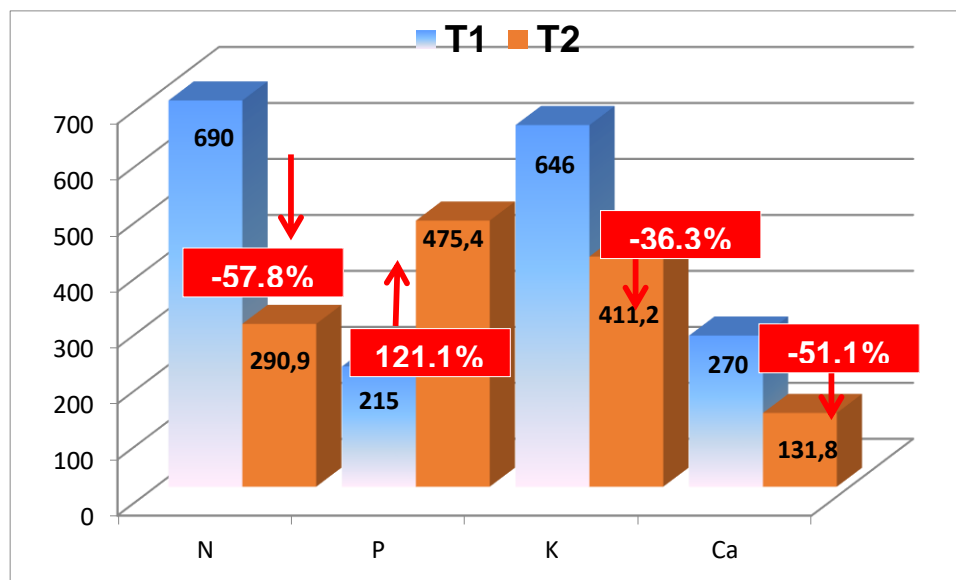
En este aspecto, el nitrógeno evidencia que se genera una reducción en las aplicaciones de kg/ha/año en un -52.2% frente a la propuesta tradicional, teniendo como argumento la

abundancia que presenta en el ambiente como en el suelo: el primer año, el suministro es de -47.8%; el segundo de -48.7% y el tercer y cuarto año de -54.6%.

Frente a los suministros de fósforo, el planteamiento es contrario al nitrógeno, puesto que es necesario llevar a cabo un incremento porcentual kg/ha/año del 112.7% sobre el método procedimental rutinario: primer año (352.4%); segundo (97.4%) y el tercer y cuarto año (72.2%).

Entre tanto, el potasio requiere una reducción porcentual del -36.3% para continuar contribuyendo a la estabilización ideal de la planta, frente al propósito trazado de evitar la producción de frutos lesionados por los hongos: año 1 (-52.3%); año 2 (-73.6%); año 3 (-19.3%) y año 4 (-17.0%).

Figura 8: Porcentaje reducción e incremento elementos puros en proyecto fertilización T1 vs. T2



Finalmente con el calcio, no se cuenta con referentes estimativos técnicos de ninguna autoridad agrícola frente al suministro ideal a la planta. Sin embargo, es pertinente indicar que

como se ha precisado en varias ocasiones, la cactácea en su hábitad natural es propensa a tener una sobreabundancia de calcio, la cual debe ser reducida y estabilizada integralmente; por lo tanto, los calculos postulados para el estudio, plantean la necesidad de reducir los estimativos a los que el método tradicional puede emplear, proponiendo una merma hasta el 50% kg/ha/año, para la fertilización balanceada:

Ahora bien, partiendo del principio que la fertilización balanceada cumplió en las plantas ubicadas en los cultivos experimentales de pitahaya amarilla (*Selenicereus Megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran) en Palestina (Huila), los datos consignados en el libro de campo de cada uno de los lotes, durante diez (10) sesiones, a continuación se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos en cuanto a frutos sanos y afectados por la acción de los agentes patógenos (hongos) *Fusarium Oxysporum* Schltdl, *Colletotrichum spp* y *Botrytis cinérea* en un cultivo tradicional, comparado con el experimental, sometido a fertilización balanceada, así:

El libro de campo, permite consolidar los resultados en la matriz de seguimiento y control, que arrojó los siguientes datos y elementos generales, así:

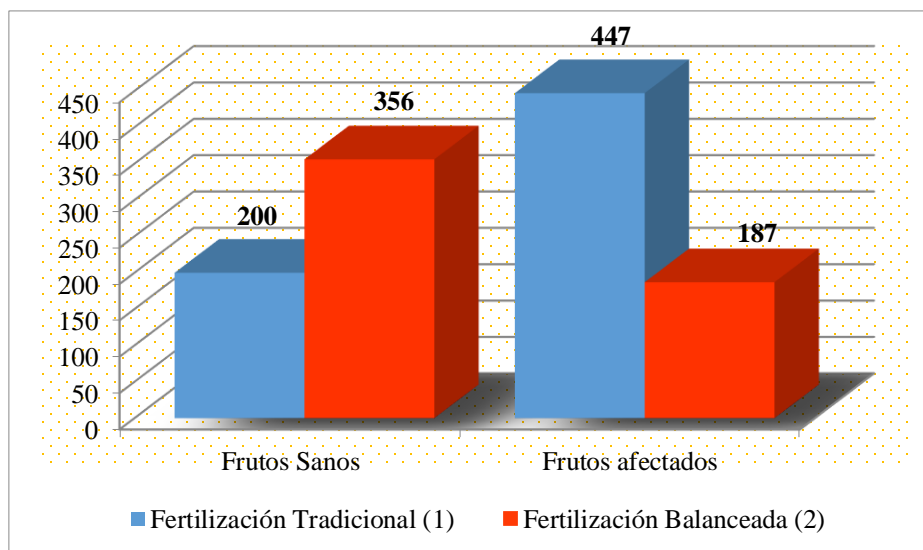
Tabla 4: Matriz de registro libro de campo (Lote 1)

LIBRO DE CAMPO			
No. Muestras	VARIABLE	# Frutos sanos	# Frutos afectados
1	Tratamiento 1 Fertilización Tradicional T1	41	54
2		23	47
3		32	48
4		22	35
5		12	53
6		23	45
7		14	34
8		10	59
9		15	40
10		8	32
Totales		200	447
1	Tratamiento 2 Fertilización Balanceada T2	45	24
2		45	24
3		45	25
4		36	13
5		41	21
6		38	24
7		29	14
8		34	16
9		26	14
10		17	12
Totales		356	187

El primer lote (No. 1), arrojó como resultado total de frutos recolectados en cosecha de 647, que al ser sometido al instrumento de medición (regla de tres simple), evidenció una afectación por hongos del 69% en la variable de fertilización tradicional. Mientras que en la variable de fertilización balanceada, el total de frutos fue de 543, que equivale al 34% de afectación: al comparar la variable (T2) con (T1), refleja una mejora del 35%.

Figura 9: Análisis variables Lote 1

ECUACIÓN COMPARATIVA FRUTOS	Frutos Sanos	Frutos afectados
Fertilización Tradicional (T1)	200	447
Fertilización Balanceada (T2)	356	187



El segundo lote (No. 2), evidencia que el total de frutos recolectados en cosecha fue de 275, y que al ser sometido al instrumento de medición, hay un 33% de afección por patógenos en la variable fertilización tradicional. Mientras que en la variable fertilización balanceada, el total de

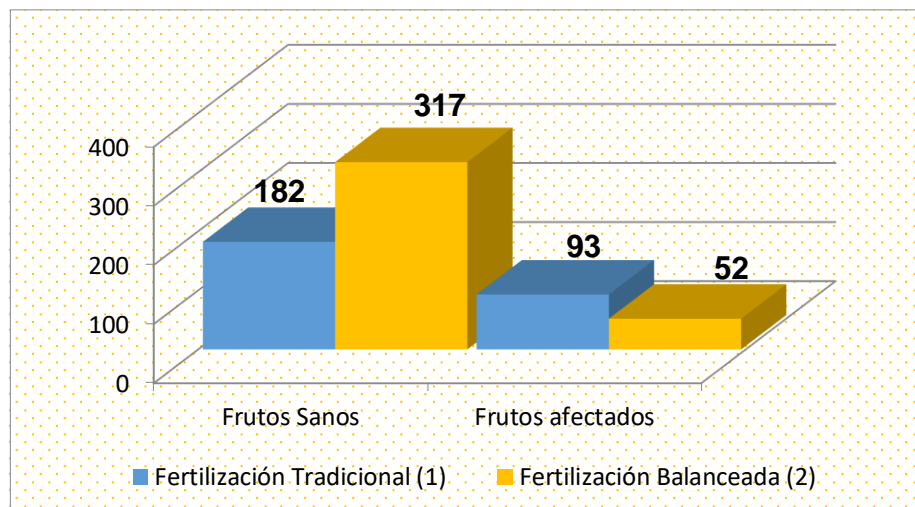
frutos fue de 369, que equivale al 14% de afectación: al comparar la variable (T2) con (T1), refleja una mejora del 19%.

Tabla 5: Matriz de registro libro de campo (Lote 2)

LIBRO DE CAMPO			
No. Muestras	VARIABLE	# Frutos sanos	# Frutos afectados
1	Tratamiento 1 Fertilización Tradicional T1	16	8
2		21	9
3		15	10
4		16	8
5		21	9
6		23	10
7		14	8
8		18	12
9		15	9
10		23	10
Totales		182	93
1	Tratamiento 2 Fertilización Balanceada T2	28	7
2		36	6
3		30	2
4		29	7
5		35	8
6		32	7
7		36	4
8		29	3
9		33	2
10		29	6
Totales		317	52

Figura 10: Análisis variables Lote 2

ECUACIÓN COMPARATIVA FRUTOS	Frutos Sanos	Frutos afectados
Fertilización Tradicional (T1)	182	93
Fertilización Balanceada (T2)	317	52



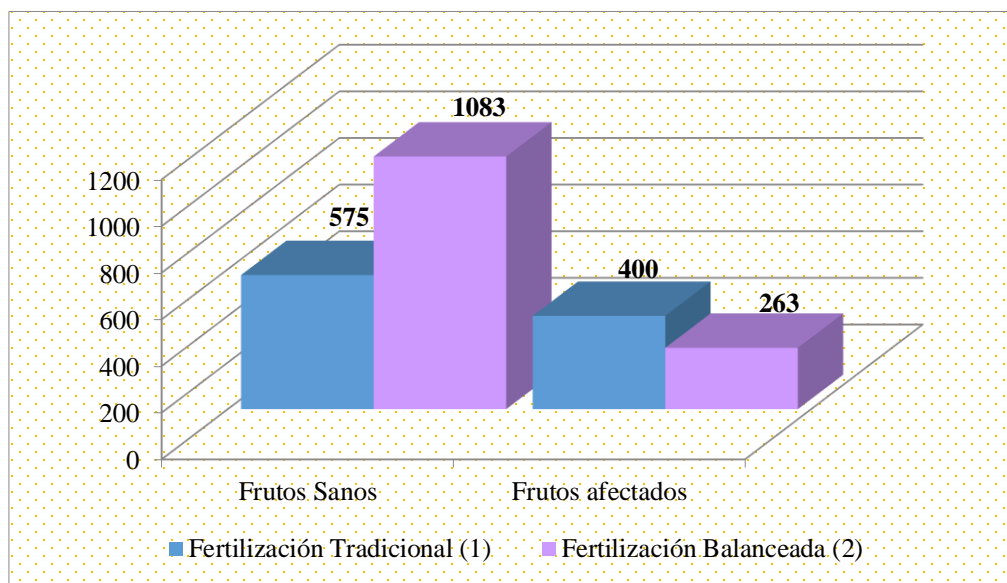
El tercer lote (No.3), grafica información frente al mismo aspecto referencial, evidenciando que el total de frutos recolectados en cosecha fue de 975, y que al ser sometido al instrumento de medición, hay un 41% de afección por patógenos en la variable fertilización tradicional. Mientras que en la variable fertilización balanceada, el total de frutos fue de 1346, que equivale al 19% de afectación: la variable (T2) vs. Variable (T1), mejora refleja una mejora del 22%.

Tabla 6: Matriz de registro libro de campo (Lote 3)

LIBRO DE CAMPO			
No. Muestras	VARIABLE	# Frutos sanos	# Frutos afectados
1	Tratamiento 1 Fertilización Tradicional T1	53	42
2		72	44
3		53	46
4		46	35
5		51	32
6		41	29
7		65	40
8		71	52
9		67	41
10		56	39
Totales		575	400
1	Tratamiento 2 Fertilización Balanceada T2	114	35
2		124	35
3		110	29
4		103	19
5		102	21
6		99	24
7		100	31
8		87	16
9		112	32
10		132	21
Totales		1083	263

Figura 11: Análisis variables Lote 3

ECUACIÓN COMPARATIVA FRUTOS	Frutos Sanos	Frutos afectados
Fertilización Tradicional (T1)	575	400
Fertilización Balanceada (T2)	1083	263



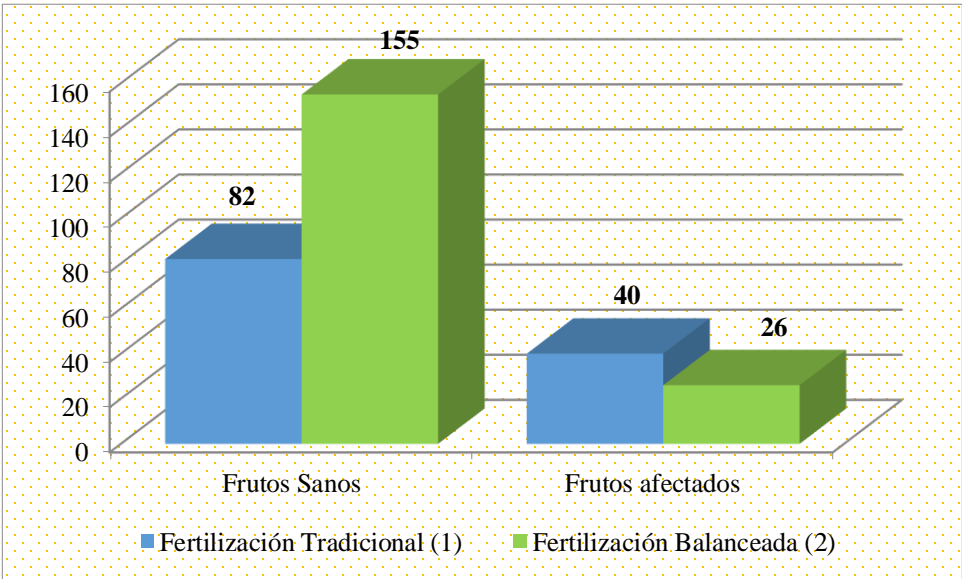
Finalmente, el cuarto lote (No. 4), refleja el siguiente análisis de resultados sobre las variables: El total de frutos recolectados en cosecha fue de 122, y que al ser sometido al instrumento de medición, hay un 32% de afección por patógenos en la variable fertilización tradicional. Mientras que en la variable fertilización balanceada, el total de frutos fue de 181, que equivale al 14% de afectación: la variable (T2) vs. Variable (T1), mejora refleja una mejora del 18%.

Tabla 7: Matriz de registro libro de campo (Lote 4)

LIBRO DE CAMPO			
No. Muestras	VARIABLE	Frutos sanos	# Frutos afectados
1	Tratamiento 1 Fertilización Tradicional (T1)	11	5
2		13	4
3		7	3
4		9	7
5		7	4
6		7	6
7		9	5
8		6	1
9		7	3
10		6	2
Totales		82	40
1	Tratamiento 2 Fertilización Balanceada (T2)	17	1
2		13	2
3		19	3
4		21	3
5		13	2
6		15	3
7		14	2
8		16	1
9		14	5
10		13	4
Totales		155	26

Figura 12: Análisis variables Lote 4

ECUACIÓN COMPARATIVA FRUTOS	Frutos Sanos	Frutos afectados
Fertilización Tradicional (T1)	82	40
Fertilización Balanceada (T2)	155	26



De manera referencial, en la tabla siguiente, aparecen el consolidado de datos registrados por lote en las variables tratamiento tradicional y balanceado, con sus correspondientes resultados de frutos sanos y afectados, que sirven como referente para el análisis de otros aspectos sustanciales asociados a la productividad de los cultivos de pitahaya amarilla (*Selenicereus Megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran) en Palestina (Huila).

Tabla 8: Cuadro referencial valores totales por variables (proyecto experimental 4 lotes)

LOTE 1				LOTE 2			
No. Muestras	VARIABLE	# Frutos sanos	# Frutos afectados	No. Muestras	VARIABLE	# Frutos sanos	# Frutos afectados
1	Tratamiento 1 Fertilización Tradicional T1	41	54	1	Tratamiento 1 Fertilización Tradicional T1	16	8
2		23	47	2		21	9
3		32	48	3		15	10
4		22	35	4		16	8
5		12	53	5		21	9
6		23	45	6		23	10
7		14	34	7		14	8
8		10	59	8		18	12
9		15	40	9		15	9
10		8	32	10		23	10
Totales		200	447	Totales		182	93
1	Tratamiento 2 Fertilización Balanceada T2	45	24	1	Tratamiento 2 Fertilización Balanceada T2	28	7
2		45	24	2		36	6
3		45	25	3		30	2
4		36	13	4		29	7
5		41	21	5		35	8
6		38	24	6		32	7
7		29	14	7		36	4
8		34	16	8		29	3
9		26	14	9		33	2
10		17	12	10		29	6
Totales		356	187	Totales		317	52

LOTE 3				LOTE 4			
No. Muestras	VARIABLE	# Frutos sanos	# Frutos afectados	No. Muestras	VARIABLE	# Frutos sanos	# Frutos afectados
1	Tratamiento 1 Fertilización Tradicional T1	53	42	1	Tratamiento 1 Fertilización Tradicional (T1)	11	5
2		72	44	2		13	4
3		53	46	3		7	3
4		46	35	4		9	7
5		51	32	5		7	4
6		41	29	6		7	6
7		65	40	7		9	5
8		71	52	8		6	1
9		67	41	9		7	3
10		56	39	10		6	2
Totales		575	400	Totales		82	40
1	Tratamiento 2 Fertilización Balanceada T2	114	35	1	Tratamiento 2 Fertilización Balanceada (T2)	17	1
2		124	35	2		13	2
3		110	29	3		19	3
4		103	19	4		21	3
5		102	21	5		13	2
6		99	24	6		15	3
7		100	31	7		14	2
8		87	16	8		16	1
9		112	32	9		14	5
10		132	21	10		13	4
Totales		1083	263	Totales		155	26

Tabla 9: Resumen resultado proyecto fertilización balanceada

Resultados porcentuales afectación lotes			
Experimento	Variable 1 (T1)	Variable 2 (T2)	Mejora Proyecto
Lote 1	69%	34%	35%
Lote2	33%	14%	19%
Lote 3	41%	19%	22%
Lote 4	32%	14%	18%

Al consumir todas las fases de ejecución y desarrollo de la presente propuesta, se posibilitó la estructuración de un plan de fertilización (sugerido), considerado como propuesta técnica referencial para los cultivadores de pitahaya amarilla dedicados a esta actividad tanto en Palestina (Huila) como en otras regiones del país que presenten características agroclimáticas similares como las citadas en esta investigación, que pueda ser tomada en cuenta para futuros estudios o como guía para mejorar la producción de ésta cactácea, considerando que no es la última palabra o proceso consumado-probado, puesto que la intención es contribuir a la investigación y la academia, que se esfuerza por apoyar y mejorar todos y cada uno de los procesos, que incluyen la calidad de vida de los colombianos ligados a la agricultura sostenible.

Tabla 8: Propuesta de Fertilización Balanceada Proyecto Investigación

Propuesta Fertilización Balanceada				
AÑO	CANTIDAD DE NUTRIENTES APLICADOS Kg/Ha			
	N	P₂O₅	K₂O	CaO
2015	49,5	149,3	47,7	9,6
2016	71,8	98,7	39,6	27,5
2017	84,8	113,7	159,6	45,5
2018	84,8	113,7	164,3	49,2
TOTAL	290,8	475,4	411,1	131,8

7. Conclusiones

La implementación de fertilización balanceada en cultivos experimentales de pitahaya amarilla (*Selenicereus Megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran) en Palestina (Huila), permitió comprobar la teoría que al equilibrar el suministro de nutrientes químicos al suelo según la propuesta planteada el resultado obtenido es altamente eficiente; partiendo del principio que la abundancia o escasez de nitrógeno, fósforo o potasio, al ser estabilizado debido a su adaptación del desierto a clima templado, permite mejores cosechas de frutos sanos, así como una reducción porcentual de los afectados por acción de los hongos *Fusarium Oxysporum Schltdl*, *Colletotrichum spp* y *Botrytis cinerea*.

El efecto positivo, se complementa transversalmente con las prácticas nutricionales adoptadas en cada cultivar, a partir de la información obtenida por medio de la práctica de los análisis de suelo, seguimiento y ajustes al proceso dentro del cultivo.

Los resultados estadísticos analizados en cada una de las variables (Fertilización Balanceada) vs. (Fertilización Tradicional), muestra un promedio de mejora sustancial del 23.5% frente a los métodos cotidianos practicados por los cultivadores en esa región, cuyos resultados pueden ascender en la medida que se implemente la propuesta presentada bajo un plan de fertilización especializado.

Bibliografía

- agroEstrategias.com. (2007). *www.agroEstrategias.com*. Obtenido de <http://www.agroestrategias.com/pdf/Nutricion%20-%20Importancia%20de%20la%20Fertilizacion%20Balanceada.pdf>
- Agronet. (2014). *www.agronet.gov.co*. Obtenido de <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>
- Agronet.com. (2014). *http://agronlin.tripod.com*. Obtenido de <http://agronlin.tripod.com/suelo/id1.html>
- AGROSUR. (2014). *Incentivo económico a la asistencia técnica directa rural*. Neiva: Inkreativa.
- Angelfire.com. (3 de Noviembre de 2001). *www.angelfire.com*. Obtenido de <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/pitaya.htm>
- Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la Investigación*. Bogotá D.C: Pearson.
- Caetano Nunes, D. G. (2012). *www.bdigital.unal.edu.co*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/12762/1/7210004.2013.pdf>
- Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica. (Febrero de 2002). *www.cia.ucr.ac.cr*. Obtenido de <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizaci%C3%B3n%20Foliar.pdf>
- Díaz, A., Cayón, e., & Mira, J. (2007). *Agronomía colombiana*. *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652007000200010
- Durán, J. A., & Mora, D. (1987). *www.mag.go.cr*. Obtenido de http://www.mag.go.cr/rev_agr/v11n02_155.pdf
- El Surco. (s.f). *El Surco.com*. Obtenido de <http://www.elsurco.com/noticias/Fertilizacion-balanceada/fertilizacion-balanceada.php>
- Enciclopedia of life. (s.f). *http://eol.org*. Obtenido de <http://eol.org/pages/187980/overview>
- FAO. (2002). *http://www.fao.org/*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- Fao.org. (2016). *www.fao.org*. Obtenido de <http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/es/>
- Fertilizantes químicos. (21 de Noviembre de 2012). *http://ilovemyplanet123.blogspot.com.co*. Obtenido de <http://ilovemyplanet123.blogspot.com.co/2012/11/que-es-un-fertilizante-las-plantas-para.html>
- García, F. (2000). Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/601D2B1E3E63D657852579A30079A5E9/\\$FILE/Rentabilidad%20de%20la%20Fertilizaci%C3%B3n.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/601D2B1E3E63D657852579A30079A5E9/$FILE/Rentabilidad%20de%20la%20Fertilizaci%C3%B3n.pdf)
- García, F. (2000). Rentabilidad de la fertilización. *Investigación INPOFOS*, 16.

- Hydroenv.com. (2016). <http://hydroenv.com.mx>. Obtenido de http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=124
- Infoagro. (s.f). www.infoagro.com. Obtenido de http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_pitahaya.asp
- Jordan Molina, D., Váscones Cruz, J. S., Veliz Quinto, C. D., & González, V. H. (2009). *Producción y exportación de la fruta de pitahaya hacia el mercado europeo*. Guayaquil.
- Perea Dallos, M., Tirado, A., Micán Gutiérrez, Y., Fischer, G., & Rodríguez Riaño, J. (29 de Septiembre de 2010). *Selenicereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel) Moran (Cactaceae)*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Gerhard_Fischer/publication/257765612_Pitahaya_Selenicereus_megalanthus_\(K._Schum._ex_Vaupel\)/links/00b49525d46cd20c58000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gerhard_Fischer/publication/257765612_Pitahaya_Selenicereus_megalanthus_(K._Schum._ex_Vaupel)/links/00b49525d46cd20c58000000.pdf)
- Perea Dallos, M., Tirado, A., Micán Gutiérrez, Y., Fisher, G., & Rodríguez Riaño, J. (2010). www.researchgate.net. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Gerhard_Fischer/publication/257765612_Pitahaya_Selenicereus_megalanthus_\(K._Schum._ex_Vaupel\)/links/00b49525d46cd20c58000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gerhard_Fischer/publication/257765612_Pitahaya_Selenicereus_megalanthus_(K._Schum._ex_Vaupel)/links/00b49525d46cd20c58000000.pdf)
- Revista mexicana de ciencias agrícolas. (2015). Maduración y calidad de frutos de mango 'Kent' con tres niveles de fertilización. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*.
- Saldarriaga Cardona, A., Castaño Zapata, J., & Arango Izasa, R. (Junio de 2008). www.accefyn.org.co. Obtenido de http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_32/123/145-156.pdf
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México . (s.f). <http://www.sagarpa.gob.mx/>. Obtenido de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/El%20cultivo%20de%20la%20Pitahaya.pdf>
- Sitio Oficial Palestina, Huila. (05 de Abril de 2016). www.palestina-huila.gov.co. Obtenido de http://www.palestina-huila.gov.co/informacion_general.shtml#ecologia
- Smart-fertilizer. (2016). www.smart-fertilizer.com. Obtenido de <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/calcium-in-plants>
- Smart-fertilizer. (s.f). www.smart-fertilizer.com. Obtenido de <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/nitrogen>
- UCR. (2002). www.cia.ucr.ac.cr. Obtenido de <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizaci%C3%B3n%20Foliar.pdf>
- Vargas Canacuan, S. F. (2008). Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/164/1/03%20AGP%2076%20ARTICULO%20CIENTIFICO.pdf>
- Wikipedia. (s.f). <https://es.wikipedia.org>. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Fusarium_oxysporum

Lista de Anexos

Anexo 1: Libro de campo Lote 1 (Ana Ruth Vargas)

LIBRO DE CAMPO			
Proyecto de Investigación como Opción de Grado para Optar por el Título de Agrónomo			
1. IDENTIFICACIÓN:			
TÍTULO DE LA ACTIVIDAD O EXPERIMENTO:	Disminución de Pérdidas en Producción de Pitahaya Amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i> (K. Schum. ex Vaupe) Moan) Causadas por Pudrición del Pedúnculo de la Fruta Mediante Fertilización Balanceada en Palestina (Huila)		
MUNICIPIO:	Palestina		
VEREDA:	El Paraiso		
FINCA:	El Diviso		
ALTITUD (msnm):	1711		
PROPIETARIO DE LA FINCA:	Ana Ruth Vargaz		
ADMINISTRADOR FINCA:	Milton Marino cerquera		
FECHA DE INICIO DEL EXPERIMENTO:	05/10/2014		
2. HISTORIA DEL LOTE.			
PROCEDENCIA:			
TOPOGRAFÍA (Marque con "X"):			
Quebrada:	<input type="checkbox"/>		
Plana:	<input type="checkbox"/>		
Ondulada:	<input type="checkbox"/>		
Pendiente (%):	20		
PEDREGOSIDAD (Marque con "X"):			
Alta:	<input type="checkbox"/>		
Media:	<input type="checkbox"/>		
Baja:	<input checked="" type="checkbox"/>		
DRENAJE (Marque con "X"):			
Bueno:	<input checked="" type="checkbox"/>		
Regular:	<input type="checkbox"/>		
Mal:	<input type="checkbox"/>		
Limitante (Describala):			
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO:			
Textura:	FRANCO-ARCILLO- ARENOSO		
pH:	5,18		
M.O. %:			
P2O5 (ppm):	2,9		
K2O (meq/100g.):			
Ca (meq/100g):	4,5		
Mg (meq/100g)	1,1		
Al (meq/100g):			
Mn (ppm):	41,00		
Zn (ppm):	3,4		
Cu (ppm):	2,7		
Fe (ppm):	120,00		
B (ppm):	0,07		
S (ppm):			
Na (cmol/kg):			
CICE (cmol/kg):	7,06		
CE (dS/m):	0,18		

LIBRO DE CAMPO

oyecto de Investigación como Opción de Grado para Optar por el Título de Agrónomo

4. CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL:

DEFINICIÓN DE TRATAMIENTOS

T1:	Fertilización balanceada
T2:	Fertilización el productor

ÁREA DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL (Metros cuadrados):	750,00
DISTANCIA ENTRE SURCOS (metros):	2,5
DISTANCIA ENTRE MATAS (metros) - EN SISTEMA MATEADO:	1,50

5. MANEJO DE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS DESARROLLADAS DURANTE SU EJECUCIÓN:

HISTORIA DEL CULTIVO

El predio el Diviso en la vereda Paraiso, el cultivo anterior fue café actualmente tiene un cultivo de pitahaya con 5250 plantas el cultivo tiene 5 años, las perdidas presentadas son del 70-90%, en las dos ultimas cosechas.

ÉPOCA, DÓISIS Y FORMA DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES:

Fertilización del productor: Las aplicaciones que realizan tradicionalmente al cultivo son: (10-20-20, agrimin + DAP,) (10-30-10 + agrimins + nitrabox) aplicaciones mensuales con dosis de 250 grs/planta,

CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Foliares control de plagas y enfermedades: Bacterisida (Cumbre 0,5 cms x lts, Kasumin 3 cms x lts, rhapsody aplica 2,5 cms x lts, timorex 2,5 cms x litro), Insepticodas como (karate zeon cms x litro, cipermetrina 1 cms x litro), Antranosis (score 1,3 cms x lts), se realizan aplicaciones cada 15 dias.

Anexo 2: Libro de campo Lote 2 (Gloria Pardo)

LIBRO DE CAMPO			
Proyecto de Investigación como Opción de Grado para Optar por el Título de Agrónomo			
1. IDENTIFICACIÓN:			
TÍTULO DE LA ACTIVIDAD O EXPERIMENTO:	Disminución de Pérdidas en Producción de Pitahaya Amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i> (K. Schum. ex Vaupe) Moan) Causadas por Pudrición del Pedúnculo de la Fruta Mediante Fertilización Balanceada en Palestina (Huila)		
MUNICIPIO:	Palestina		
VEREDA:	Nazareth		
FINCA:	San Isidro		
ALTITUD (msnm):	1543		
PROPIETARIO DE LA FINCA:	Gloria Evis Motta Pardo		
ADMINISTRADOR FINCA:	Jesus Bahos		
FECHA DE INICIO DEL EXPERIMENTO:	05/10/2014		
2. HISTORIA DEL LOTE.			
PROCEDENCIA:			
TOPOGRAFÍA (Marque con "X"):			
Quebrada:			
Plana:			
Ondulada:			
Pendiente (%):	12		
PEDREGOSIDAD (Marque con "X"):			
Alta:			
Media:			
Baja:	x		
DRENAJE (Marque con "X"):			
Bueno:	x		
Regular:			
Malo:			
Limitante (Describala):			
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO:			
Textura:	FRANCO-ARENOSO		
pH:	5,74		
M.O. %:	3,37		
P2O5 (ppm):			
K2O (meq/100g.):			
Ca (meq/100g):	5,13		
Mg (meq/100g)			
Al (meq/100g):			
Mn (ppm):	3,04		
Zn (ppm):	9,07		
Cu (ppm):	3,23		
Fe (ppm):	101,59		
B (ppm):	0,14		
S (ppm):	6,97		
Na (cmol/kg):	0,50		
CICE (cmol/kg):	8,99		
CE (dS/m):	0,32		

LIBRO DE CAMPO

Proyecto de Investigación como Opción de Grado para Optar por el Título de Agrónomo

4. CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL:

DEFINICIÓN DE TRATAMIENTOS

T1:	Fertilización balanceada
T2:	Fertilización el productor

ÁREA DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL (Metros cuadrados):	870,00
DISTANCIA ENTRE SURCOS (metros):	2,9
DISTANCIA ENTRE MATAS (metros) - EN SISTEMA MATEADO:	1,50

5. MANEJO DE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS DESARROLLADAS DURANTE SU EJECUCIÓN:

HISTORIA DEL CULTIVO

El predio San Isidro en la vereda Nazareth, el cultivo anterior fue café actualmente tiene un cultivo de pitahaya con 600 plantas el cultivo tiene 3 años, las pérdidas presentadas en la primera cosecha 36%.

ÉPOCA, DÓSIS Y FORMA DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES:

Fertilización del productor: Las aplicaciones que realizan tradicionalmente al cultivo son: (DAP + agrimin) (15-15-15 + agrimin) aplicaciones mensuales con dosis de 80 grs/planta, cada dos meses

CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Foliares control de plagas y enfermedades: Bacterisida (Kasumin 3 cms x lts, timorex 2,5 cms x litro), Insecticidas como (karate zeon 1 cms x litro,), Antranosis (score 1,3 cms x lts), se realizan aplicaciones cada 15 días.

Anexo 3: Libro de campo Lote 3 (Wilson Alba)

LIBRO DE CAMPO			
Proyecto de Investigación como Opción de Grado para Optar por el Título de Agrónomo			
1. IDENTIFICACIÓN:			
TÍTULO DE LA ACTIVIDAD O EXPERIMENTO:	Disminución de Pérdidas en Producción de Pitahaya Amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i> (K. Schum. ex Vaupe) Moan) Causadas por Pudrición del Pedúnculo de la Fruta Mediante Fertilización Balanceada en Palestina (Huila)		
MUNICIPIO:	Palestina		
VEREDA:	El Roble		
FINCA:	Sierra M orena		
ALTITUD (msnm):			
PROPIETARIO DE LA FINCA:	Wilson Alba Cordoba		
ADMINISTRADOR FINCA:	Wilson Alba Cordoba		
FECHA DE INICIO DEL EXPERIMENTO:	05/10/2014		
2. HISTORIA DEL LOTE.			
PROCEDENCIA:			
TOPOGRAFÍA (Marque con "X"):			
Quebrada:			
Plana:			
Ondulada:			
Pendiente (%):	15		
PEDREGOSIDAD (Marque con "X"):			
Alta:			
Media:			
Baja:	x		
DRENAJE (Marque con "X"):			
Bueno:	x		
Regular:			
Malo:			
Limitante (Describala):			
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO:			
Textura:	FRANCO-ARCILLOSO- ARENOSO		
pH:	5,18		
M.O. %:			
P2O5 (ppm):	2,9		
K2O (meq/100g.):			
Ca (meq/100g):	4,5		
Mg (meq/100g)	1,1		
Al (meq/100g):			
Mn (ppm):	41,00		
Zn (ppm):	3,4		
Cu (ppm):	2,7		
Fe (ppm):	120,00		
B (ppm):	0,07		
S (ppm):			
Na (cmol/kg):			
CICE (cmol/kg):	7,06		
CE (dS/m):	0,18		

LIBRO DE CAMPO

Proyecto de Investigación como Opción de Grado para Optar por el Título de Agrónomo

4. CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL:

DEFINICIÓN DE TRATAMIENTOS

T1:	Fertilización balanceada
T2:	Fertilización el productor

ÁREA DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL (Metros cuadrados):	750,00
DISTANCIA ENTRE SURCOS (metros):	2,5
DISTANCIA ENTRE MATAS (metros) - EN SISTEMA MATEADO:	1,50

5. MANEJO DE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS DESARROLLADAS DURANTE SU EJECUCIÓN:

HISTORIA DEL CULTIVO

El predio el xxxxxxxxxxxx en la vereda El Roble, el cultivo anterior fue granadilla actualmente tiene un cultivo de pitahaya con xxxxxx plantas el cultivo tiene xxx años, las perdidas presentadas son del 40 - 60%, en las dos ultimas cosechas.

ÉPOCA, DÓSIS Y FORMA DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES:

Fertilización del productor: Las aplicaciones que realizan tradicionalmente al cultivo son: (10-20-20, agrimin + DAP,) (10-30-10 + agrimins + nitrabox) aplicaciones mensuales con dosis de 250 grs/planta.

CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Foliares control de plagas y enfermedades: Bacterisida (Cumbre 0,5 cms x lts, Kasumin 3 cms x lts, rhapsody aplica 2,5 cms x lts, timorex 2,5 cms x litro), Insepticodas como (karate zeon cms x litro, cipermetrina 1 cms x litro), Antranosis (score 1,3 cms x lts), se realizan aplicaciones cada 15 dias.

Anexo 4: Libro de campo Lote 4 (Julio Samboní)

LIBRO DE CAMPO			
Proyecto de Investigación como Opción de Grado para Optar por el Título de Agrónomo			
1. IDENTIFICACIÓN:			
TÍTULO DE LA ACTIVIDAD O EXPERIMENTO:	Disminución de Pérdidas en Producción de Pitahaya Amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i> (K. Schum. ex Vaupe) Moan) Causadas por Pudrición del Pedúnculo de la Fruta Mediante Fertilización Balanceada en Palestina (Huila)		
MUNICIPIO:	Palestina		
VEREDA:	Los Pinos		
FINCA:	San Isidro		
ALTITUD (msnm):	1800		
PROPIETARIO DE LA FINCA:	Julio Samboni		
ADMINISTRADOR FINCA:	Julio Samboni		
FECHA DE INICIO DEL EXPERIMENTO:	05/10/2014		
2. HISTORIA DEL LOTE.			
PROCEDENCIA:			
TOPOGRAFÍA (Marque con "X"):			
Quebrada:			
Plana:			
Ondulada:			
Pendiente (%):	15		
PEDREGOSIDAD (Marque con "X"):			
Alta:			
Media:			
Baja:	x		
DRENAJE (Marque con "X"):			
Bueno:	x		
Regular:			
Malo:			
Limitante (Describa):			
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO:			
Textura:	FRANCO-ARCILLOSO- ARENOSO		
pH:	5,90		
M.O. %:			
P2O5 (ppm):	1,80		
K2O (meq/100g.):	0,38		
Ca (meq/100g):	5,62		
Mg (meq/100g)	2,31		
Al (meq/100g):			
Mn (ppm):	41,00		
Zn (ppm):	3,4		
Cu (ppm):	2,7		
Fe (ppm):	120,00		
B (ppm):	0,07		
S (ppm):			
Na (cmol/kg):	0,18		
CICE (cmol/kg):	8,72		
CE (dS/m):	0,18		

LIBRO DE CAMPO

Proyecto de Investigación como Opción de Grado para Optar por el Título de Agrónomo

4. CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL:

DEFINICIÓN DE TRATAMIENTOS

T1:	Fertilización balanceada	Se seleccionaron 200 matas
T2:	Fertilización el productor	Se seleccionaron 200 matas

ÁREA DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL (Metros cuadrados):	780,00
DISTANCIA ENTRE SURCOS (metros):	3,0
DISTANCIA ENTRE MATAS (metros) - EN SISTEMA MATEADO:	1,3

5. MANEJO DE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS DESARROLLADAS DURANTE SU EJECUCIÓN:

HISTORIA DEL CULTIVO

El lote se localiza en la finca San Isidro vereda Los Pinos, a una altura de 1800msnm, el cultivo anterior fue Granadilla actualmente pitahaya con 1600 matas con 3 años de siembra, las pérdidas presentadas en la primera cosecha fueron del 30%.

ÉPOCA, DÓSIS Y FORMA DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES:

Fertilización del productor: Las aplicaciones que realizan tradicionalmente al cultivo son: (10-20-20) (10-20-30 + agrimins + nitrobox) aplicaciones cada dos meses y con dosis de 150 grs/planta.

CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

El manejo integrado del cultivo MIPE se realiza mediante labores culturales recogiendo material afectado y aplicaciones foliares de fungicidas como (Cumbre 0,5 cms x lts, Kasumin 3 cms x lts, score 1,3 cms x lts), Insepticodas como (karate zeon 1 cms x litro), la determinación de la aplicación se realiza teniendo en cuenta la severidad del problema.

Lista de Anexos 6: Plan fertilización primer año Pitahaya amarilla

PLAN DE FERTILIZACION PRIMER AÑO - PITAHAYA																					
PRODUCTO	CANTIDAD KILOS POR HA						CONCENTRACION DE NUTRIENTES (Kg de Elemeto por Kg de Producto aplicada)														
	PRIMERA FERTILIZACIÓN	SEGUNDA FERTILIZACIÓN	TERCERA FERTILIZACIÓN	CUARTA FERTILIZACIÓN	QUINTA FERTILIZACIÓN	SEXTA FERTILIZACIÓN	N	S	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	SiO ₂	C.O	Zn	CaO	B	Cu	Fe	Mn	Mo	
FERTIGRO 8-24	5,6	5,6	5,6	5,6			0,08		0,24												
MAINSTAY CALCIO	4	4	4	4	4	4									0,4						
10 - 30 - 10				150	150	175	0,1		0,3	0,1											
ROOTEX	1	1	1				0,07		0,47	0,06											
FERTIGRO POTASIO								0,14		0,5											
MAINSTAY MAGNESIO											0,43										
AGRIMINS							0,08	0,016	0,05		0,06			0,025	0,18	0,01	0,0014				
NITROMAG							0,21				0,075				0,11						
10 - 20 - 20							0,1		0,2	0,2											
10 - 20 - 30							0,1		0,2	0,3											
TOTAL	10,6	10,6	10,6	159,6	154	179	0,74	0,156	1,46	1,16	0,565	0	0	0,025	0,69	0,01	0,0014	0	0	0	

PROCESO	CANTIDAD DE NUTRIENTES APLICADOS Kg/Ha			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
PRIMERA ABONADA	0,518	1,814	0,06	1,6
SEGUNDA ABONADA	0,518	1,814	0,06	1,6
TERCERA ABONADA	0,518	1,814	0,06	1,6
CUARTA ABONADA	15,448	46,344	15	1,6
QUINTA ABONADA	15	45	15	1,6
SEXTA ABONADA	17,5	52,5	17,5	1,6
TOTAL	49,502	149,286	47,68	9,6

Lista de Anexos 5: Plan fertilización segundo año Pitahaya amarilla

PLAN DE FERTILIZACIÓN SEGUNDO AÑO - PITAHAYA																					
PRODUCTO	CANTIDAD KILOS POR HA						CONCENTRACION DE NUTRIENTES (Kg de Elemeto por Kg de Producto aplicado)														
	PRIMERA FERTILIZACIÓN	SEGUNDA FERTILIZACIÓN	TERCERA FERTILIZACIÓN	CUARTA FERTILIZACIÓN	QUINTA FERTILIZACIÓN	SEXTA FERTILIZACIÓN	N	S	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	SiO ₂	C.O	Zn	CaO	B	Cu	Fe	Mn	Mo	
FERTIGRO 8-24	6,25		6,25		6,25		0,08		0,24												
MAINSTAY CALCIO	6,25		6,25		6,25										0,4						
10 - 30 - 10							0,1		0,3	0,1											
ROOTEX	1,2		1,2		1,2		0,07		0,47	0,06											
FERTIGRO POTASIO	6,25		6,25		6,25			0,14		0,5											
MAINSTAY MAGNESIO	6,25		6,25		6,25						0,43										
AGRIMINS				25		25	0,08	0,016	0,05		0,06			0,025	0,18	0,01	0,0014				
NITROMAG		50		25		25	0,21				0,075				0,11						
10 - 20 - 20		150		150		150	0,1		0,2	0,2											
10 - 20 - 30							0,1		0,2	0,3											
TOTAL	26,2	200	26,2	200	26,2	200	0,74	0,156	1,46	1,16	0,565	0	0	0,025	0,69	0,01	0,0014	0	0	0	
PROCESO	CANTIDAD DE NUTRIENTES APLICADOS Kg/Ha																				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca																	
PRIMERA ABONADA	0,584	2,064	3,197	2,5																	
SEGUNDA ABONADA	25,5	30	0	5,5																	
TERCERA ABONADA	0,584	2,064	3,197	2,5																	
CUARTA ABONADA	22,25	31,25	0	7,25																	
QUINTA ABONADA	0,584	2,064	3,197	2,5																	
SEXTA ABONADA	22,25	31,25	30	7,25																	
TOTAL	71,752	98,692	39,591	27,5																	

Lista de Anexos 8: Plan fertilización tercer año Pitahaya amarilla

[illegible]

Lista de Anexos 7: Plan fertilización cuarto año Pitahaya amarilla

PRODUCTO	CANTIDAD KILOS POR HA						CONCENTRACION DE NUTRIENTES (Kg de Elemeto por Kg de Producto aplicado)													
	PRIMERA FERTILIZACIÓN	SEGUNDA FERTILIZACIÓN	TERCERA FERTILIZACIÓN	CUARTA FERTILIZACIÓN	QUINTA FERTILIZACIÓN	SEXTA FERTILIZACIÓN	N	S	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	SiO ₂	C.O	Zn	CaO	B	Cu	Fe	Mn	Mo
FERTIGRO 8-24	6,25		6,25		6,25		0,08		0,24											
MAINSTAY CALCIO	9,37		9,37		9,37										0,4					
10 - 30 - 10							0,1		0,3	0,1										
ROOTEX	1,2		1,2		1,2		0,07		0,47	0,06										
FERTIGRO POTASIO	9,37		9,37		9,37			0,14		0,5										
MAINSTAY MAGNESIO	6,25		6,25		6,25						0,43									
AGRIMINS		50		50		50	0,08	0,02	0,05		0,06			0,025	0,18	0,01	0,0014			
NITROMAG		50				50	0,21				0,075				0,11					
10 - 20 - 20							0,1		0,2	0,2										
10 - 20 - 30		150		200		150	0,1		0,2	0,3										
TOTAL	32,44	250	32,44	250	32,44	250	0,74	0,16	1,46	1,16	0,565	0	0	0,025	0,69	0,01	0,0014	0	0	0

PROCESO	CANTIDAD DE NUTRIENTES APLICADOS Kg/Ha			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca
PRIMERA ABONADA	0,584	2,064	4,757	3,748
SEGUNDA ABONADA	29,5	32,5	45	14,5
TERCERA ABONADA	0,584	2,064	4,757	3,748
CUARTA ABONADA	24	42,5	60	9
QUINTA ABONADA	0,584	2,064	4,757	3,748
SEXTA ABONADA	29,5	32,5	45	14,5
TOTAL	84,752	113,692	164,271	49,244